

JOURNAL
DE
CONCHYLIOLOGIE

COMPRENANT

L'ÉTUDE DES MOLLUSQUES
VIVANTS ET FOSSILES

FONDÉ EN 1850 PAR

S. PETIT DE LA SAUSSAYE

CONTINUÉ PAR

Dr P. FISCHER, A.-C. BERNARDI, H. CROSSE

H. FISCHER, MADAME H. FISCHER,

Ph. DAUTZENBERG, G. F. DOLLFUS, Ed. LAMY,

P.-H. & E. FISCHER



PARIS

DIRECTION, RÉDACTION ET ADMINISTRATION :

M^{me} H. FISCHER

51, Boulevard Saint-Michel (V^e)

1948

Le Journal paraît par trimestre.

Publié avec le concours
du Centre National de la Recherche Scientifique.



En vente au Bureau du Journal de Conchyliologie
51, BOULEVARD SAINT-MICHEL, Paris, 5^e Arr.

INDEX GÉNÉRAUX DU JOURNAL DE CONCHYLIOLOGIE

1° INDEX GÉNÉRAL ET SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES, Volumes 1 à 20 (1850-1872)

Un vol. in-8°, 208 pages, contenant la table des articles, par noms d'auteurs rangés dans l'ordre alphabétique, et la table alphabétique des Classes, Ordres, Familles, Sous-Familles, Genres, Sous-Genres, Sections et Espèces de Mollusques décrits ou cités dans le *Journal de Conchyliologie*.

Prix	France et colonies	600 francs.
	Etranger	700 francs.

2° INDEX GÉNÉRAL ET SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES, Volumes 21 à 40 (1873-1892)

Un vol. in-8°, 263 pages, conçu comme le précédent.

Prix	France et colonies	400 francs.
	Etranger	500 francs.

3° INDEX GÉNÉRAL ET SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES, Volumes 41 à 80 (1893-1936)

Un vol. in-8°, table des auteurs comprenant 500 articles, table systématique avec 11.000 entrées.

Prix	France et colonies	300 francs.
	Etranger	400 francs.

TARIF DES ANNONCES SUR LA COUVERTURE

Une page entière pour 1 numéro :	200 fr. ;	pour 4 numéros :	600 fr.
Une demi-page — —	125 fr. ;	— —	375 fr.
Un quart de page — —	75 fr. ;	— —	225 fr.

Ces prix sont réduits de 25 % pour les abonnés.

Ouvrage publié avec le concours
du Centre National de la Recherche Scientifique.

DEUX AEOLIDIENS D'ARCACHON

par A. PRUVOT-FOL

Un Aeolidien trouvé à Arcachon par le professeur L. Cuénot et intitulé dans une note manuscrite « *Cumanotus* voisin de *beaumonti* », offre avec celui-ci de grandes analogies, mais aussi des différences qui pourraient bien dénoter qu'il s'agit d'une espèce distincte.

D'après les divers croquis inachevés trouvés avec cette note, voici ces différences :

Longueur 10 mm. Le large voile buccal est arrondi, sans aucune trace des petits palpes pointus figurés par Eliot, 1910, le pied est également arrondi et les angles pointus font défaut. Les papilles sont bien moins longues et aussi moins coniques et moins renflées à la base. Les rhinophores sont situés très en arrière, de sorte qu'en vue dorsale on aperçoit par transparence, en avant d'eux, les mâchoires et les ganglions cérébroïdes avec les yeux sessiles. Les dents, en 23 rangées, n'ont que neuf denticules, (les médianes : de chaque côté) au lieu de 25 à 40.

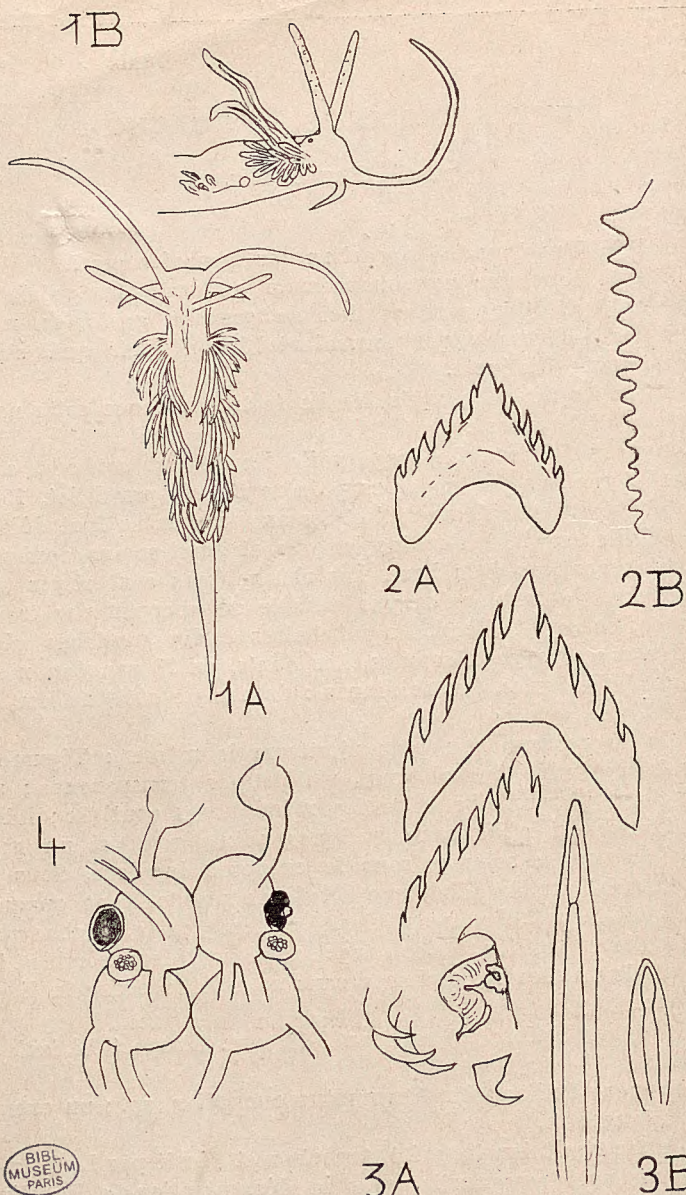
Enfin la couleur non plus n'est pas la même : Tégument ? incolore ; bulbe buccal roux, visible par transparence ; un petit point pigmentaire entre les rhinophores contigus ; lobes hépatiques vert olive avec quelques points roux et un gros point orange au sommet sous le cnidosac incolore. Sous la partie antérieure du pied, une bande de points blanc opaque.

Comme chez *C. beaumonti* la queue est courte, cachée par les dernières papilles, et les rangs antérieurs (deux semble-t-il) passent devant les rhinophores sans se rejoindre sur la ligne médiane.

La longueur totale est environ 9-10 mm. L'aspect hérissé et hirsute.

Je propose de l'appeler ***Cumanotus cuenoti*** n. sp. ; un exemplaire, Arcachon.

Un autre Aeolidien trouvé à Arcachon et décrit par L. Cuénot dans une note manuscrite, sous la dénomination « *Facelina drummondi* ou *curta*, variété verte ? n'appartient certainement pas à cette espèce, et ne peut faire partie du genre qu'en élargissant sa diagnose. Les rhinophores, en effet, ne sont pas perfoliés. Ils semblent cependant, d'après les dessins, porter quel-



- FIG. 1 A. — *Facelina (?) dubia* n. sp. L'animal vu de dos.
 FIG. 1 B. — Partie antérieure, du côté droit. Les orifices génitaux et l'anus visibles.
 FIG. 2 A. — Dents B. bord de la mâchoire.
 FIG. 3 A. — Penis, et ses crochets, plus grossis.
 FIG. 3 B. — Deux papilles.
 FIG. 4. — Le système nerveux central, avec les ganglions olfactifs, les yeux et les statocystes (avec statolithes).

ques nodosités dispersées, non en lignes. Le pénis est large et armé d'épines, et la dent est conforme au genre.

? *Facelina dubia* nov. sp.

Longueur 15 mm.

Forme longue et grêle, queue très longue, très effilée. Il n'y a que quatre rangs de papilles se recouvrant partiellement, très longues et minces, sauf les plus externes qui vont en diminuant très notablement. Les palpes, extrêmement longs et recourbés, les rhinophores moins longs, minces, très droits et « raides » ; les angles du pied bien marqués, la tête « carrément tronquée en avant ». Orifices génitaux sous le premier groupe de papilles, anus derrière eux, à faible distance.

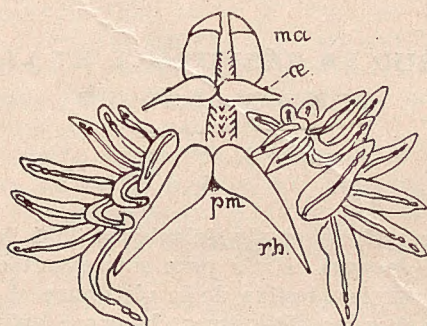


Fig. 5. — *Cumanotus cuenoti*. Partie antérieure figure semi-schématique pour montrer la position respective des rhinophores et des yeux.

ma, machoire ; æ, œil ; pm, tache pigmentaire ; rh, rhinophore.

Dents avec cuspidé peu proéminente et 6-8 denticules de chaque côté, dont les premiers sont sur les bords de la cuspidé. Machoire avec un rang de 13 à 14 denticules, d'une teinte terre de sienne, visible par transparence. Provenance : Arca-chon.

L. Cuénot note la ressemblance avec *Coryphella Smaragdina* ; mais la radula est unisériée.

L'auteur de la note manuscrite ne l'a décrite que sur un seul échantillon mais croit en avoir de plus anciens conservés dans la collection.

Mes remerciements à M. Cuénot qui m'a abandonné ses notes avec l'autorisation d'en faire l'usage qui bon me semblerait ; il y a joint quelques préparations, mais qui malheureusement ne se rapportaient pas aux deux espèces ci-dessus. Il y avait

encore dans les notes deux « *Aeolis* non déterminés » ; je crois pouvoir dire que ce sont de très jeunes *Berghia caerulea* ; le croquis de la dent ne contredit pas ce diagnostic, et la description du rhinophore avec un anneau rouge, « granuleux » au sommet, peut se rapporter à cet Aeolidien immature, l'échantillon ne mesurant que quelques millimètres et la radula n'ayant encore que 8 et 7 dents en tout.

J'espère n'avoir pas trahi la confiance de L. Cuénot, qui me disait que, dans tout cela « il n'y avait rien de nouveau » ; et cela malgré la difficulté qu'il y a à utiliser des notes et croquis que l'on n'a pas pris soi-même.

DONNÉES SUR LA RÉSISTANCE ET LA VITALITÉ DES MOLLUSQUES

par P.-H. FISCHER

A la suite de recherches physiologiques dont j'ai publié une partie dans ce *Journal*, il m'a paru intéressant de considérer dans son ensemble la question de la résistance et de la vitalité de l'organisme chez les Mollusques. Je pense qu'un résumé de cette question peut être utile.

L'excellent *Essai d'Ethologie zoologique* de P. Pelseneer (Bruxelles 1935) contient déjà, il est vrai, de nombreux renseignements sur ce sujet, mais j'ai cru être en mesure d'apporter des compléments de faits et d'idées sur plusieurs points importants ; on trouvera d'autre part dans mon exposé l'énoncé de diverses observations ou expériences inédites.

Degré de résistance de l'organisme

La vie de chaque espèce est favorisée par certaines conditions de milieu. On a ainsi défini un optimum thermique pour les Littorines (1), un optimum de teneur en eau pour les Escargots (2), etc... L'optimum n'est pas toujours strictement le même pour les diverses activités de l'animal (respiratoire, ciliaire,

(1) R. HAYES, Contributions to the Study of marine Gastropods, III, Development, growth and behaviour of *Littorina*, *Contr. to canad. Biol. and Fisheries*, vol. IV, n° 26, 1929, p. 413.

(2) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.). Thèse, Paris 1931, p. 165.

digestive, reproductrice, etc...) (1) mais je crois que c'est le maximum respiratoire qui traduit le mieux l'optimum de la vie globale.

De part et d'autre de l'optimum, la vie reste possible jusqu'à certaines *limites*, qui traduisent cette fois la résistance de l'organisme. Ce sont ces limites que nous allons étudier pour différents facteurs du milieu.

RESISTANCE A LA TEMPERATURE

La résistance à la température varie suivant l'espèce. Il est de fait que les espèces polaires et tropicales n'ont pas les mêmes exigences thermiques. En un même lieu, les espèces intercotidales supportent mieux le froid que les espèces immergées (2). Parmi les espèces qui s'accommodent de la plus large échelle de température (eurythermes), citons *Limnaea peregra*; *Physa fontinalis* est au contraire un exemple d'espèce plus exigeante (sténotherme).

Dans une même espèce, les jeunes sont réputés plus exigeants que les adultes : ainsi, suivant Pelseener (3), les jeunes de *Limnaea peregra* ne vivent qu'entre -4° et $+24^{\circ}$ alors que certains adultes peuvent supporter jusqu'à $46^{\circ}25$ dans les eaux thermales.

J'ai souvent constaté d'autre part, parmi les adultes, d'assez grandes différences individuelles de résistance, notamment chez les Mollusques terrestres. Ces différences peuvent tenir à des causes multiples, dont l'une est l'état physiologique, mais elles semblent dépendre aussi de la teneur en eau des tissus.

Rappelons que le rôle physiologique de la température est considérable : elle agit sur l'état des albumines (coagulation, congélation) sur la respiration, la croissance, la calcification, la pigmentation, la forme même du corps.

Limites de résistance à la chaleur

Il est difficile de déterminer avec précision la température mortelle d'une espèce, même en supposant une lecture exacte du thermomètre (4).

(1) P. PELSENEER. Essai d'Ethologie zoologique d'après l'étude des Mollusques, Bruxelles 1935, p. 206.

(2) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 309.

(3) P. PELSENEER, Sur le degré d'eurythermie de certaines larves marines, *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 1901, p. 279.

(4) Rien n'est en apparence plus simple que l'usage d'un thermomètre. Pourtant, on ne peut pas se fier en aveugle aux chiffres donnés par les auteurs : ces derniers oublient parfois que les thermomètres se dérèglent facilement et que leur lecture perd alors toute signification.

Voyons par exemple le cas des Mollusques aquatiques. Leur optimum thermique se place généralement entre 15 et 25° (1) ; si la température s'élève au-dessus de l'optimum, des troubles apparaissent assez vite : pour l'Huître, les fonctionnements musculaires s'affaiblissent dès 28 ou 30°. Au-dessus de cette température critique on arrive à la température mortelle, mais celle-ci est assez variable suivant les individus ; il ne faut donc accepter qu'avec prudence l'apparente précision de certains chiffres.

La température mortelle semble se trouver entre 30 et 40° pour beaucoup d'espèces aquatiques. On rencontre cependant des cas de fragilité plus grande à la chaleur : ainsi *Physa fontinalis*, dont l'optimum thermique se place vers 14 à 20°, meurt en quelques jours à 25° (2). Inversement, il existe des cas d'adaptation à la température constamment élevée des eaux thermales : *Unio Requieni* peut vivre dans une source à 30°. *Pisidium casertanum* à 39°, certains *Cyclas* et *Ancylus pateloides* à 39°5, *Physa heterostropha* et *Melanopsis etrusca* à 41°, *Limnaea truncatula* à 42°5 et diverses *Bithinella* à des températures analogues, *Bithinella aponensis* et *Limnaea peregra* à 46° (température réalisée par exemple dans les thermes euganéens, près de Padoue) ; enfin, des Bithinies ont été trouvées vivantes à plus de 50 degrés dans la source d'Albano (3). Cet exemple des espèces thermales montre que les Mollusques ont une assez grande marge d'adaptation vers les hautes températures, marge qui n'atteint pas et ne pourrait évidemment dépasser la température de coagulation du cytoplasme (4).

Chez les Mollusques terrestres, la température mortelle n'est pas non plus facile à déterminer. Un dérèglement fonctionnel se manifeste avant la température mortelle ; chez l'Escargot, les battements du cœur deviennent irréguliers vers + 39° ou + 40° (5). De plus, la température mortelle varie suivant l'hy-

(1) L'optimum thermique n'est pas fixe, mais varie suivant les circonstances antérieures. Il ne correspond pas toujours avec le maximum de la respiration (Anne RAFFY, Thèse, Paris 1933, p. 312-313).

(2) P. PELSENEER, Essai d'Éthologie, p. 204 (citant WREDE, 1928).

(3) Voir A. ISSEL, Osservazioni sopra alcuni animali della fauna termale italiana, *Bull. Mus. Genova* n° 106, 1901, p. 1 ; — A. PAVIE, Recherches sur l'histoire naturelle de l'Indo-Chine Orientale, t. III, 1904, p. 336 ; — P. PELSENEER, *Loc. cit.*, pp. 206-207 ; — MOQUIN-TANDON, *loc. cit.*, pp. 115-116.

(4) On a parfois signalé des Mollusques vivant à des températures très élevées (52° pour *Neritina thermophila*). Lorsque ces températures sont passagères, il n'est pas prouvé que le corps ait acquis réellement la même température que l'ambiance.

(5) P.-H. FISCHER, Détermination d'une température limite pour la contraction du cœur de l'Escargot, *C. R. Société de biologie*, séance du 13 nov. 1943, vol. 137, pp. 659-660.

dratation des tissus. Ainsi la limite des températures supportées par *Helix pomatia* se trouve, suivant Gaspard (1), vers 52° (les premiers troubles apparaissent vers 36°), mais en milieu humide j'ai observé que la mortalité de cette espèce était considérable à 30° (2). Par contre, chez des *Leucochroa candidissima* très déshydratés j'ai constaté que la mort survenait vers 42°.

Limite de résistance au froid

Dans le milieu marin, les grands froids font des hécatombes d'Huitres, de Poulpes (3), etc... et beaucoup de larves ne supportent pas une température inférieure à —3° (4) ; Roughley a cependant indiqué qu'une Huitre, *Ostrea cucullata*, pouvait survivre à 72 heures de congélation (5).

Dans les eaux douces, *Limnaea stagnalis* et *Planorbis corneus* sont tués en 5 heures à —5° ; des Anodontes et *Cyclas* pris dans la glace supportent des températures de —5 et —6° (7).

Dans le milieu terrestre, *Helix hispida* est tué en moins d'une demi-heure à —8° (6) ; quant à *Helix pomatia*, un auteur ancien (8) indique que sa limite de résistance se trouve vers —8° ou —10°, mais Yung et Pictet, ayant placé des individus de cette espèce à de très grands froids artificiels, ont conclu que l'Escargot peut résister à une température de —100° pendant 4 heures, et même, dans un cas, à une température allant progressivement de —70° à —130° pendant 40 heures (9).

Je me suis intéressé à cette question dont le point crucial est, à mon avis, de savoir si les Mollusques survivent ou non à la congélation de leurs tissus. J'ai donc repris l'étude de l'*Helix pomatia*, en commençant par déterminer exactement sa température de congélation. Le point de congélation des liquides extraits de l'organisme se trouve à la température de —0°39

(1) B. GASPARD, Mémoire physiologique sur le Colimaçon (*Cochlea pomatia* L. ou *Helix pomatia* L.), Journ. de Phys. exp. et pathol. de F. Magendie, Paris 1822.

(2) Observation inédite.

(3) Voir P. FAUVEL, Les variations de la faune marine. Feuille des j. naturalistes, n° 364, 1901, p. 102.

(4) P. PELSENEER, Sur le degré d'eurythermie de certaines larves marines, Bull. Acad. Roy. de Belgique, 1901, p. 279.

(5) Voir ROUGHLEY, (Proced. Linn. Soc. of N. S. W., vol. 21, part 4, 1926, p. 446).

(6) P. PELSENEER, Essai d'Ethologie, p. 205 (citant RÜDEL, 1881).

(7) Loc. cit., p. 205 (citant JOLY, 1845).

(8) B. GASPARD, loc. cit., p. 255.

(9) E. YUNG, Contribution à l'histoire physiologique de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Mém. acad. roy. de Belgique, t. 49, 1887, p. 13.

pour le sang, — $0^{\circ}38$ et — $0^{\circ}37$ pour le suc digestif (1), mais la congélation effective du corps de l'animal vivant ne se produit que si la température ambiante atteint — 5° ou — 6° (2). Ce point établi, j'ai soumis des Escargots à des températures échelonnées. J'ai constaté qu'après 9 mois de séjour à des températures de 0° à — $4^{\circ}5$ les Escargots survivaient parfaitement. Ils survivent encore à un séjour de 8 heures à — 5° , mais les températures de — 6° , — 7° , — 10° sont toujours mortelles en moins de 5 heures, quelles que soient les précautions prises pour graduer le réchauffement et même en ne faisant porter le réchauffement que sur quelques degrés. La température mortelle correspond donc exactement avec la température de congélation (3).

Il est très vraisemblable que les choses se passent de même chez d'autres Mollusques.

Le point de congélation des tissus isolés se trouve peu au-dessous de 0° ; il varie dans une certaine mesure. Ainsi, le point de congélation du sang est fonction de sa teneur en sels ; il est donc plus bas chez les espèces marines (souvent — $1^{\circ}9$ et jusqu'à — $2^{\circ}34$, suivant les variations de salinité de l'eau de mer ambiante) que chez les espèces d'eau douce (— $0^{\circ}1$ chez *Anodonta cygnaea*) ou terrestres (— $0^{\circ}31$ chez *Helix aperta*, — $0^{\circ}47$ chez *Helix pisana*). En outre, le point de congélation du sang s'abaisse chez les Mollusques terrestres dont les tissus se sont deshydratés par suite d'une période de vie ralentie (Exemple : abaissement de — $0^{\circ}37$ à $0^{\circ}43$ chez *Helix pomatia*) (4). On voit que ces diverses variations sont peu étendues.

La congélation globale du corps est décalée par rapport à la congélation des tissus isolés, et ce décalage varie suivant la taille de l'animal, la présence et l'épaisseur de sa coquille, etc... Mais, là encore, les variations ne paraissent pas considérables. On peut donc penser que le froid mortel pour les Mollusques se localise dans une zone de quelques degrés seulement et ne comporte pas de marge d'adaptation comparable à celle que nous avons signalée pour les hautes températures.

(1) M. DUVAL et P.-H. FISCHER, Propriétés physico-chimiques du liquide gastrique d'*Helix pomatia*, C. R. Soc. de Biologie, t. 96, 1927, p. 949.

(2) P.-H. FISCHER, Influence des basses températures sur la vie de l'*Helix pomatia*, C. R. Soc. de Biologie, t. 105, 1930, p. 370.

(3) Loc. cit., p. 369 - 371. — A mon sens, les survies constatées par YUNG et PICTET à — 100° ne peuvent s'expliquer que par les emballages de conductibilité inconnue que ces auteurs avaient laissé autour des Escargots ou par quelque autre obstacle à la pénétration effective du froid dans le corps de l'animal.

(4) M. DUVAL, Sur la concentration moléculaire du sang de l'Escargot. Influence de l'état d'activité de l'animal, C. R. Acad. Sc., 1927, pp. 1620-1622.

Une forme d'adaptation permet cependant aux Mollusques de surmonter les conditions mortelles de froid souvent réalisées dans la nature : c'est le choix de retraites où le froid et la congélation ne les atteigne pas. Nous voyons ainsi les Mollusques terrestres s'enterrer pour fuir la surface congelable du sol, les Mollusques intercotidaux se protéger par la sécrétion d'une coquille particulièrement épaisse, les Mollusques d'eau douce s'enfouir dans la vase.

Chez certains Mollusques marins, la nocivité du froid se traduit avant le point mortel par des maladies telles que la leucocytose, la maladie du pied, ou des abcès bactériens (le froid facilitant, d'après Roughley, (*loc. cit.*) l'invasion des Bactéries). Chez les Escargots, par contre, une vie ralentie parfaitement saine peut se poursuivre pendant des mois au voisinage de la température mortelle, à condition que le corps ne soit pas congelé (1). Le cœur lui-même bat très régulièrement jusqu'à -5° (4 contractions par minute), et cette régularité contraste avec le dérèglement progressif constaté dans le cas des températures élevées (2). C'est la perfection de leur vie ralentie qui permet aux Mollusques terrestres d'atteindre sans troubles la limite de leur résistance au froid.

RESISTANCE AUX RADIATIONS ET AUX ONDES

Les Mollusques peuvent se passer de l'exposition aux rayons solaires et s'adapter à l'obscurité complète des grands fonds. Quant à leur limite de résistance aux radiations lumineuses, elle n'a pas été vraiment déterminée ; elle doit être plutôt faible, car la plupart des Mollusques craignent la lumière, à laquelle ils échappent en la fuyant ou en secrétant leur coquille et leurs écrans pigmentaires. Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue que les rayons solaires agissent aussi par leurs propriétés thermiques et deshydratantes.

La résistance des Mollusques aux autres radiations et aux ondes (électriques, ultra-sonores, etc.) n'est pas davantage connue.

RESISTANCE AUX DIFFERENCES DE PRESSION

De tous les animaux, ce sont les Mollusques qui présentent dans la nature la plus vaste échelle de résistance à la pression.

(1) P.-H. FISCHER, *loc. cit.*

(2) P.-H. FISCHER, Détermination d'une température limite pour la contraction du cœur de l'Escargot, *C. R. Soc. de Biologie*, séance du 13 nov. 1943, vol. 137, pp. 659-660.

Nous savons en effet que certains d'entre eux supportent la compression considérable des grands fonds marins et qu'ils s'accommodent des basses pressions atmosphériques sur des montagnes de plus de 5.000 mètres d'altitude (1).

Fortes pressions. — La compression supportée par les Mollusques dans les grands fonds peut atteindre jusqu'à 500 atmosphères. Quant aux Mollusques intercotidaux, ils ont à subir la violence des vagues et savent y résister remarquablement grâce à leur force d'adhésion aux rochers, à la solidité et à la forme adéquate de leurs coquilles. Les Gastéropodes patelliformes (*Patella*, *Siphonaria*) bravent les coups de mer les plus furieux en des points où seuls les Cirripèdes fixés peuvent se maintenir auprès d'eux.

Basses pressions. — Dans le vide expérimental, même prolongé pendant une durée assez longue, les Escargots se montrent résistants (2). J'ai constaté que des *Helix pomatia* soumis au vide d'une trompe à eau commençaient à mourir à partir du septième jour ; leur mort était due non à la dépression proprement dite, mais à l'asphyxie par raréfaction de l'oxygène dans ce vide relatif. La dépression poussée jusqu'à 2 cm. 5 de mercure est très bien supportée si l'expérience ne se prolonge pas jusqu'à l'asphyxie (3).

Variations de pression. — Les Mollusques soumis à une forte pression semblent bien résister à la décompression de leur corps. Inversement, un Escargot soumis à un vide poussé à 2 cm. 5 de mercure supporte un brusque retour à la pression atmosphérique sans paraître incommodé (3).

Les changements de pression ne sont cependant pas dénués de toute influence sur l'organisme ; la respiration, par exemple, varie suivant les variations de tension partielle des gaz de l'air. Ainsi, dans un milieu suroxygéné, la respiration présente un fort accroissement (4). Certaines variations respiratoires se manifestent même en réponse aux variations naturelles de la pression barométrique (5) ; les modifications incessantes de cette dernière troublent bien entendu le développement des variations respiratoires.

(1) C'est le cas par exemple pour *Limaë andecolus* (Dr. Paul FISCHER, 1881).

(2) Henri FISCHER, Recherches sur l'histoire naturelle de l'Indo-Chine orientale. (*Mission Pavie*, t. III, 1904, p. 344).

(3) Observations inédites.

(4) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L), Thèse, Paris 1931, pp. 149-153. — Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Echanges respiratoires d'Escargots soumis à l'influence prolongée de l'oxygène, *C. R. Soc. Biol.*, CX, 1932, P. 461.

(5) P.-H. FISCHER, Influence de la pression barométrique sur les échanges respiratoires de l'Escargot, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXIV, 1941, p. 58.

RESISTANCE A L'EXONDATION ET A L'IMMERSION

Il est de fait que les Mollusques mènent une vie soit aquatique, soit amphibie, soit terrestre et qu'ils supportent mal un changement de milieu (exondation pour les espèces aquatiques, immersion pour les espèces terrestres).

La nocivité du changement de milieu peut tenir à plusieurs causes : différences d'hydratation, de respiration, etc... La teneur en eau des tissus, dont j'ai souligné ailleurs l'importance est, à mon avis, le fait capital à considérer lorsqu'on étudie la résistance des Mollusques à l'exondation et à l'immersion. La respiration a souvent été invoquée en cette matière, mais, comme je l'indiquerai par la suite, son rôle a été fort exagéré ; les intolérances de milieu attribuées à l'asphyxie sont dues le plus souvent à l'hydratation.

Résistance à l'exondation et à la sécheresse

Les MOLLUSQUES MARINS, chez lesquels la teneur en eau des tissus (coquille exclue) varie entre 78 et 93 % (1) ne supportent pas de grandes variations d'hydratation, surtout lorsqu'ils sont dépourvus de coquille. Placés à sec, les Nudibranches résistent généralement peu de temps, les Céphalopodes moins encore (leur résistance n'excède pas un petit nombre d'heures ou même de minutes). Le Gastéropode *Buccinum undatum*, qui possède une coquille, mais ne sait pas s'y enfermer, succombe en 24 heures d'émersion ; sa mort intervient lorsqu'il a perdu 18 % de son eau (2). Les Gastéropodes testacés qui peuvent s'enfermer derrière leur opercule ne résistent d'ailleurs pas beaucoup plus, 2 jours par exemple, (il ne s'agit ici que de Gastéropodes vraiment marins et non d'espèces intercotidales, dont il sera question plus bas).

Les Lamellibranches marins, peu actifs et bien défendus contre la deshydratation par l'occlusion de leurs valves, supportent l'exondation beaucoup mieux que les Gastéropodes marins. *Tapes decussatus* vit une semaine hors de l'eau à condition que la température soit peu élevée. Les Tarets (qui creusent les coques des bateaux) supportent 15 jours en cale sèche. Les Huitres tolèrent l'exondation pendant des semaines ; Verrill

(1) P.-H. FISCHER, Teneur en eau des tissus chez quelques Gastéropodes aquatiques. *Bull. Mus. hist. nat. Paris*, 2^e série, t. XIII, 1941, p. 112.

(2) J. N. GOWANLOCH. A Study of some of the reactions of the whelk, *Buccinum undatum*, *Proceed. N. S. Inst. Sci. Halifax*, vol. 16, 1928, pp. 132-137.

a même signalé pour *Ostrea virginica* une résistance pouvant aller jusqu'à 2 mois 1/2.

Les MOLLUSQUES D'EAU DOUCE résistent assez longtemps dans la vase des mares desséchées ou dans une atmosphère humide. Les *Paludina*, les *Bithinia*, ne supportent l'exondation que 10 à 15 jours au maximum, mais on a vu *Melania crenulata* résister 37 jours, les Limnées, Physes et Planorbes jusqu'à 4 mois, les Ancyles tout un hiver (1). La tolérance des Unionidés est plus grande encore : une *Unio* d'Australie a résisté plus de 7 mois hors de l'eau, une Anodonte de Cochinchine plus de 8 mois (2).

L'air sec est rapidement mortel pour la plupart des Mollusques d'eau douce. C'est la dessiccation qui les tue alors, et non l'asphyxie (3). Ils forment généralement peu de mucus et ne peuvent se protéger contre la deshydratation comme le font les Mollusques terrestres : les Limnées sont incapables d'élaborer un épiphragme et elles meurent lorsque leur déshydratation dépasse un certain taux (50 % du poids de leur corps d'après Alsterberg, mais je fais quelques réserves sur ce chiffre (4). Par contre, les Planorbes et les Ancyles forment parfois des épiphragmes qui les protègent contre une émergence temporaire.

LES MOLLUSQUES AMPHIBIES, qui supportent l'alternance de l'exondation et de l'immersion, peuvent perdre de l'eau sans grand inconvénient, mais ils pratiquent alors une vie ralentie plus poussée que celle des Mollusques aquatiques. Ainsi la teneur en eau des tissus peut tomber à 66 % chez *Melaraphe neritoides* après un long séjour à l'air (5).

Les espèces intercotidales présentent des degrés dans leur résistance à l'exondation. Ainsi *Murex trunculus*, Gastéropode marin qui vit généralement dans les milieux toujours immergés, mais arrive parfois dans le domaine intercotidal (6), résiste jusqu'à 3 jours à l'exondation (7). Parmi les espèces vraiment amphibies, les Chitons, mal protégés par leur coquille, résistent relativement peu de temps ; toutefois *Acanthopleura brevispinosa* supporte 4 jours d'exondation d'après les observa-

(1) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 314 (citant BROCKMEIER).

(2) *Loc. cit.*, p. 77 (citant DESHAYES, 1875).

(3) ANNE RAFFY Recherches sur le métabolisme respiratoire des poikilothermes. Thèse, Paris 1933, p. 368.

(4) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 314 (citant ALSTERBERG, 1930).

(5) P.-H. FISCHER, *loc. cit.*, p. 115.

(6) P.-H. FISCHER, L'aptitude à l'exondation du *Murex trunculus*, *Journ. de Conchyl.* vol. LXXXIV, 1940-41, p. 63.

(7) NOBRE. Faune malacologique des bassins du Tage et du Sado (Portugal), *Journ. de Conchyl.*, vol. XXXIV, 1886, p. 14.

tions que j'ai faites en Arabie (1). En Arabie également, le Gastéropode *Nerita polita* résiste au moins 5 ou 6 jours (1). *Limapontia depressa* (Nudibranche) et *Nassa obsoleta* (Proso-branche) ont vécu respectivement 1 mois et 5 semaines hors de l'eau (2). Mais ce sont surtout les Littorinidés (*Melaraphe*, *Tectarius*), qui sont remarquables par la façon dont ils supportent l'émersion : ayant placé à sec des *Melaraphe* récoltées à Ceylan (*M. scabra*, *M. undulata*) j'ai constaté au bout de 5 mois qu'elles étaient toutes vivantes après cette longue période de vie ralentie (3) ; quant à *Tectarius muricatus*, il peut vivre plus de 2 ans dans une atmosphère humide (4).

L'échelle de résistance à l'exondation des Mollusques intercotidaux correspond à l'échelle de leur répartition verticale réelle ; les plus « terrestres » de ces amphibies sont les plus résistants, mais nous verrons qu'en contre-partie ils perdent leur aptitude originelle à supporter l'immersion permanente.

Dans le domaine continental les *Ampullaria*, qui sont de véritables amphibies, peuvent passer la saison sèche en vie ralentie sur la terre ; on en a conservé jusqu'à 5 ans hors de l'eau (5).

Résistance des Pulmonés terrestres à la dessiccation

Comme les Mollusques amphibies (*Melaraphe*, *Ampullaria*), les Mollusques terrestres supportent longuement la sécheresse à l'état de vie ralentie. La résistance des Pulmonés terrestres est favorisée par les enveloppes muqueuses dont ces animaux savent s'entourer (« cocon » muqueux des Limaces et Testacelles, épiphragme des Escargots).

Les moins résistants des Mollusques terrestres sont les Pulmonés nus (Arions, Limaces), qu'on ne peut conserver longtemps à sec. Les Succinées, très « hygrophiles » aussi, supportent cependant au moins 3 mois de séjour à sec (6). Les Escargots résistent plusieurs années ; certaines espèces, dites « xérophiles », sont particulièrement tolérantes : un *Helix* de Californie a vécu 6 ans dans une boîte (7).

(1) P.-H. FISCHER, Résistance à l'exondation chez quelques Mollusques marins, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXIII, 1939, pp. 36-37.

(2) P. PELSENER, *loc. cit.*, pp. 75-76.

(3) P.-H. FISCHER, *loc. cit.*, p. 38.

(4) P. PELSENER, *loc. cit.*, p. 316 (citant HASSLER, 1873).

(5) *Loc. cit.*, p. 315.

(6) P.-H. FISCHER, Sur l'habitat et l'hygrophilie des Succinées, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXIII, 1939, p. 126.

(7) Henri FISCHER, Recherches sur l'histoire naturelle de l'Indo-Chine orientale, *Mission Pavié*, t. III, 1904, p. 344.

Quelle est la dessiccation extrême supportée par les tissus ? D'après Nusslin (1879), les Mollusques terrestres ne supportent généralement pas une perte en eau supérieure au cinquième de leur poids. Mais d'après les publications plus récentes de Kunkel (1904, 1916) les Escargots pourraient perdre par dessiccation plus de la moitié de leur poids sans périr (*Helix pomatia* 54 %, *Succinea putris* 61 %, *Limax variegatus* 75 % et certains Pulmonés nus jusqu'à 80 %) (1).

Pour ma part, je n'ai pas constaté chez les Pulmonés à coquille de teneurs en eau aussi basses que celles qu'a donné Kunkel. Sans doute, certains organes se deshydratent beaucoup (jusqu'à une teneur en eau de 60 % pour le rein et 58 % pour la glande de l'albumine chez *Helix pomatia*) (2), mais pour l'hydratation globale du corps je n'ai pas trouvé de pourcentage d'eau inférieur à 79 pour *Helix pomatia* et à 72 pour *Leucochroa candidissima* (xérophile) chez des animaux réellement vivants (3) ; ces chiffres sont supérieurs à celui que j'ai mesuré chez le Gastéropode amphibie *Melaraphe neritoides* en vie ralentie (66 %).

Ainsi que je l'ai fait remarquer dans mes publications, les analyses d'eau des tissus sont très délicates et les chiffres avancés par les auteurs sont sujets à caution ; je m'en tiens donc provisoirement à mes résultats, basés sur une technique éprouvée.

Le degré de deshydratation peut d'ailleurs s'exprimer autrement en mesurant la salinité du sang, qui augmente avec la perte d'eau. Marcel Duval a établi que les *Helix pomatia* sont actifs lorsque la salinité de leur sang (définie par le point de congélation ou Δ) est d'environ $-0^{\circ}30$ (correspondant à peu près à l'optimum d'hydratation), mais qu'ils entrent en vie ralentie quand la salinité de leur sang correspond à environ $\Delta = -0^{\circ}40$ et meurent lorsque le Δ de leur sang atteint $-0^{\circ}60$ environ (4).

Résistance des Mollusques à l'immersion

Les Mollusques aquatiques supportent par définition l'immersion permanente, à moins que des questions respiratoires viennent compliquer les choses, comme dans le cas particulier des

(1) Voir P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 313.

(2) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.) Thèse, Paris 1931, p. 68.

(3) *Loc. cit.*, p. 67.

(4) M. DUVAL, Concentration moléculaire du sang de l'Escargot. Ses facteurs, ses variations. Influence de l'état d'activité de l'animal, *Ann. Physiol. et Physico-chimie biol.*, t. VI, n° 3, 1930, p. 350.

Mollusques d'eau douce à respiration semi-aérienne ; ces derniers, qui sont toujours immergés, viennent en surface pour renouveler la provision d'air de leur poumon. Si on immerge ces animaux (Limnées, Planorbes) de façon à ce qu'ils ne puissent aérer leur poumon, ils résistent plusieurs semaines ou plusieurs mois dans une eau riche en oxygène dissous, mais dans une eau pauvre en oxygène *Limnaea stagnalis* succombe en moins de 2 jours (1), l'oxygène du milieu aquatique ne suffisant pas à ses besoins (2).

Les Mollusques amphibies et terrestres, adaptés à une hydratation moindre que celle des Mollusques aquatiques, résistent mal à l'immersion.

Les formes intercotidales (*Patella*, *Littorina*) ne s'accommodent guère d'une immersion permanente ; d'après Herdmann, *Littorina rudis* ne supporte pas 3 jours d'immersion (3).

Les formes terrestres ne résistent généralement que peu de jours à l'immersion. Placées dans l'eau, les Succinées commencent à périr au bout de 4 heures et aucune n'atteint 19 heures (4). L'Escargot *Helix pomatia* meurt dans l'eau en 2 ou 3 jours à la température ordinaire, en plus de 3 jours si la température est basse (5). La durée de survie est-elle fonction de l'oxygénation de l'eau comme chez les Pulmonés aquatiques ? D'après A. Courtois et M. Duval, la survie d'*Helix pomatia* n'est pas plus longue dans l'eau ordinaire que dans l'eau bouillie (6) ; mais pour *Helix aspersa*, Colosi a obtenu une survie de 7 jours dans l'eau suroxygénée (7). Mais même en admettant une certaine intervention des phénomènes respiratoires, ceux-ci ne sont pas la cause principale de la mort des Mollusques terrestres dans l'eau. La mort est due surtout à des phénomènes osmotiques dont M^{lle} Raffy et moi avons vérifié l'existence chez les Escargots et les Succinées (8). Chez *Succinea putris*, par exemple, la résistance à l'immersion n'excède pas 4 à 19 heures dans l'eau ordinaire, mais elle atteint 48 à 72 heures dans l'eau

(1) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Utilisation de l'oxygène gazeux et de l'oxygène dissous chez des Pulmonés aquatiques, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CXII, 1933, p. 783.

(2) Par contre, *Planorbis corneus* résiste au moins 15 jours dans les mêmes conditions (A. RAFFY et P.-H. FISCHER, *loc. cit.*).

(3) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 316 (citant HERDMANN, 1890).

(4) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Survie et respiration de Succinées immergées, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CXV, 1934, p. 950.

(5) E. YUNG, Contribution à l'histoire physiologique de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), *Mém. Acad. roy. de Belgique*, t. 49, 1887, p. 19.

(6) Andrée COURTOIS et Marcel DUVAL, Sur la mort des Escargots immergés dans l'eau, *C. R. Soc. de Biol.*, t. XCVII, 1927, p. 1695.

(7) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 74 (citant COLOSI 1932).

(8) A. RAFFY et P.-H. FISCHER, *loc. cit.*

salée isotonique (7 grammes de sel par litre) ; dans l'eau ordinaire, une endosmose considérable se produit vers les liquides internes, plus salés que l'eau extérieure : dès la quatrième heure, l'imbibition atteint 40 à 50 % (pour arriver à 60 % lors de la mort), les tissus et organes se gonflent et les fonctionnements ne peuvent s'effectuer dans des conditions normales.

Différences de résistance entre les jeunes et les adultes

Chez les Mollusques intercotidaux et terrestres, les adultes sont en général plus résistants que les jeunes à l'exondation et moins résistants à l'immersion. La première de ces assertions ne peut nous étonner, car un organisme de petite taille se deshydrate plus vite qu'un organisme de grande taille. La seconde assertion suggère qu'il existe entre le jeune et l'adulte une réelle différence d'adaptation à la vie terrestre.

Dans le milieu intercotidal, les adultes de *Melaraphe neritoides* se tiennent assez haut sur les rochers tandis que les jeunes se trouvent généralement dans une zone beaucoup plus basse, souvent mouillée par l'eau de mer (1). Il en est de même pour les *Tectarius* (*T. pyramidalis* du Pacifique, par exemple) (2). Je pense que les *Melaraphe* et les *Tectarius* viennent pondre à un niveau plus aquatique que leur niveau de vie adulte. On peut voir là l'indication de l'origine marine de ces animaux en voie d'adaptation à la vie terrestre.

De même, dans le milieu continental, on a remarqué que les jeunes Linnées ont le poumon rempli d'eau et peuvent rester assez longtemps sans respirer l'air en nature (3) ; elles se montrent ainsi plus aquatiques que les adultes, qui consomment par leur poumon beaucoup d'oxygène gazeux.

Quant aux Succinées, qui sont terrestres, elles pondent en général dans des lieux très humides, au voisinage de l'eau et parfois même dans l'eau ; les jeunes vivent une vie presque amphibie alors que les adultes s'éloignent de l'eau, grimpent sur des supports élevés et se montrent franchement terrestres, inaptes à l'immersion (4).

(1) P.-H. FISCHER, M. DUVAL et A. RAFFY, Etudes sur les échanges respiratoires des Littorines, *Arch. Zool. exp.*, t. 74, 1933, p. 628. — J'ai fait des constatations analogues pour d'autres espèces de *Melaraphe* à Ceylan, en Australie et en Afrique du Sud.

(2) T. H. JOHNSTON, Ecological Notes on the littoral fauna and flora of Caloundra, Queensland, *The Queensl. Natur.*, vol. II, n° 2, 1917.

(3) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 74.

(4) P.-H. FISCHER, Sur l'habitat et l'hygrophilie des Succinées, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXIII, 1939, p. 116.

Tous ces exemples s'accordent pour nous rappeler l'origine aquatique des Mollusques terrestres.

RESISTANCE AUX DIFFERENCES DE SALINITE

Avant d'étudier la résistance aux variations de salinité il est nécessaire d'indiquer dans quelles conditions se font, à travers l'épiderme très perméable des Mollusques, les échanges osmotiques nécessités par les variations du milieu.

Les Mollusques marins forment leurs liquides organiques avec de l'eau de mer, et les sels dissous pénètrent avec l'eau dans l'organisme à travers la peau ou l'épithélium digestif.

Comparons la salinité du corps (liquide cellulaire, sang) à celle de l'eau de mer ambiante. Les mesures de salinité se font souvent par la méthode indirecte de la cryoscopie (détermination du point de congélation ou Δ , à l'aide du thermomètre Baudin, par exemple). Lorsque les Mollusques se trouvent dans de l'eau de mer ordinaire, le point de congélation de leur corps oscille entre $-1^{\circ}9$ et $-2^{\circ}3$, ce qui représente une teneur en NaCl de 31 ou 32 grammes par litre (1). Cette salure du corps est à peu près la même que celle de l'eau de mer (un peu inférieure cependant), de sorte qu'il n'y a pas de grand déséquilibre osmotique entre l'animal et son milieu.

Si l'on place un Mollusque marin dans une eau plus salée ou moins salée que l'eau de mer où il se trouvait, la salinité de son corps s'aligne à celle du milieu extérieur avec un certain décalage dans le temps ; le délai d'équilibration est un peu plus long dans le cas où le Mollusque passe de l'eau salée à l'eau saumâtre que dans le cas inverse.

Chez les Mollusques d'eau saumâtre, nous constatons encore que la salinité du milieu intérieur est à peu près équivalente à celle de l'eau ambiante : ainsi le point de congélation du corps de *Mya arenaria* est de $-1^{\circ}0067$ dans une eau saumâtre se congelant à $-1^{\circ}0075$ (2).

Les Mollusques d'eau douce, eux aussi, sont à peu près en équilibre avec leur milieu. C'est dire que leur sang n'est presque pas salé, avec un point de congélation très peu variable et proche de 0° . Ainsi, le Δ du sang de Limnée et de Planorbis est de $-0^{\circ},21$ à $-0^{\circ},24$. Mais si l'on place un Mollusque d'eau douce, Anodonte (3) ou Limnée, dans une eau salée son sang

(1) P. PELSENER, *Loc. cit.*, pp. 148-150.

(2) *Loc. cit.*, p. 147 (citant POTSIMA, 1921).

(3) M. DUVAL, Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Modifications sous l'influence du milieu, *Ann. Inst. Océanogr.*, t. II, fasc. III, 1925, p. 349.

devient en peu de jours isotonique au nouveau milieu : ainsi pour une Limnée placée dans une eau salée à 4 gr., 5 par litre ($\Delta = -0^{\circ},28$), le point de congélation du sang passe de $-0^{\circ},2$ à $-0^{\circ},3$ (1).

Les Mollusques terrestres sont dans un cas différent. La question d'isotonie ne se pose pour eux que s'ils tombent à l'eau. Dans leur milieu normal, les Escargots ont un sang moins salé que les Mollusques marins, mais plus salé que les Mollusques d'eau douce (3). Le point de congélation de ce sang varie par exemple de $-0^{\circ},30$ à $-0^{\circ},62$ chez l'*Helix pomatia* (4). Il est particulièrement bas chez les individus qui ont perdu beaucoup d'eau (fin de l'hibernation et surtout estivation) et chez les Mollusques xérophiles (5), mais il ne peut s'abaisser indéfiniment ; Marcel Duval a remarqué que l'Escargot entre en vie ralentie lorsque le Δ de son sang atteint $-0^{\circ},40$ environ et meurt lorsqu'il atteint $-0^{\circ},60$ environ (4). Lorsque les Mollusques terrestres sont placés dans l'eau, ils deviennent le siège de phénomènes d'osmose (endosmose lorsqu'il s'agit d'eau douce) dont les répercussions sur l'organisme sont considérables. Ainsi dans l'eau salée à 4 gr., 5 par litre ($\Delta = -0^{\circ},28$) le point de congélation du sang d'*Helix pomatia* est de $-0^{\circ},33$ à $-0^{\circ},31$ au bout de 24 heures ; dans l'eau douce il monte dans le même laps de temps à $-0^{\circ},20$ environ, chiffre analogue à ceux qui ont été mesurés chez les Mollusques d'eau douce (1).

Tolérance à la salinité

Certains Mollusques particulièrement tolérants peuvent vivre indifféremment dans les eaux marines, saumâtres et douces. Comme exemple de ces formes, nous pouvons citer les Tarets, qui sont représentés dans la mer et les estuaires et que l'on a

(1) M. DUVAL, Concentration moléculaire du sang de quelques Mollusques d'eau douce. Rôle des carbonates, *Ann. de Physiol. et de Physico-chimie biol.*, 1928, p. 27.

(2) Cette existence d'une physiologie du Sel chez les animaux terrestres a été interprétée, d'après les idées de R. QUINRON (L'eau de mer, milieu organique, Paris 1904), comme un indice de l'origine marine des êtres terrestres. A cette théorie, on pourrait d'ailleurs substituer d'autres explications, la deshydratation du corps dans le milieu terrestre accroissant forcément la concentration du milieu intérieur.

(3) M. DUVAL, Concentration moléculaire du sang de l'Escargot. Ses facteurs, ses variations. Influence de l'état d'activité de l'animal, *Ann. de Physiol. et de Physico-chimie biol.*, 1930, p. 349-350.

(4) D'après A. ARVANITAKI et H. CARDOT (*C. R. Soc. de Biol.*, t. CVI, 1930, p. 185) le point de congélation du sang d'*Helix pisana* (xérophile), mesuré d'après 70 individus, est de $-0^{\circ},47$, alors que chez *Helix aperta* dans les mêmes conditions il n'est que de $-0^{\circ},31$.

(5) M. DUVAL, *loc. cit.*, p. 352.

trouvé aussi dans le Gange à 70 miles de la mer, dans le Zambèze à 100 miles de la mer. Les *Dreissensia*, passées facilement de la Caspienne à la Volga et des fleuves de l'Europe continentale aux docks de Londres, sont encore plus « euryhalines ». Mais de telles tolérances sont plutôt exceptionnelles.

Action des différences de salinité sur l'organisme

Il existe généralement une salinité optima à laquelle les Mollusques sont habitués et dont ils ne s'écartent pas sans dommages. L'optimum est assez large dans les milieux à salure variable (milieu littoral et intercotidal, estuaires), mais plus strict dans le milieu franchement marin ou dans les eaux douces. Les variations de salure de part et d'autre de l'optimum agissent sur divers fonctionnements : on a constaté (respectivement chez les Néritines et les Moules) que la croissance et les échanges respiratoires diminuaient de part et d'autre de l'optimum (1). On a remarqué aussi que la dessalure ralentit et arrête le mouvement des cils (*Macra*), diminue les pulsations cardiaques (*Littorines* à l'éclosion) et arrête le développement des larves (*Littorina*, *Nassa*, *Hermaea*) (2).

Ces inconvénients physiologiques se manifestent beaucoup moins quand le changement de conditions s'effectue lentement. Ainsi, les Huîtres supportent une certaine dessalure à condition qu'elle soit progressive ; c'est la dessalure brusque qui provoque chez elle le « douçain », c'est-à-dire l'endosmose pathogène dont les symptômes sont le gonflement des tissus, l'affaiblissement du muscle adducteur, la dégénérescence glaireuse des branchies et la leucocytose, accompagnés d'une élaboration anormale de glycogène (3).

Mais l'accoutumance n'est pas toujours réalisable dans les conditions naturelles ; les différences de salinité, progressives entre la mer et les estuaires, sont souvent brutales en arrivant à l'eau douce. Aussi, les Mollusques qui ont pu abandonner la physiologie du sel et s'adapter aux eaux douces sont peu nombreux par comparaison avec le grand nombre des espèces marines.

(1) Voir M. M. METCALF (*Neritina virginea* variety *minor*, Amer. Natur., vol. XXXVIII, 1904, p. 55) - et H. BOUXIN (Influence des variations rapides de la salinité sur la consommation d'oxygène chez *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis*. Bull. Inst. Océanogr. n° 569, Monaco 1931).

(2) P. PELSENER, Loc. cit., p. 323-324.

(3) G. RANSON, Sur quelques maladies des Huîtres, *Revue de pathol. comp. et d'hygiène gén.*, n° 475, 1930, pp. 18-20.

Résistance des Mollusques marins aux grandes salinités

Les plus grandes salinités marines (jusqu'à 46 gr.,5 par litre dans la Mer Rouge) ne sont pas d'un ordre très différent des salinités moyennes (35 grammes par litre) ; aussi ne peut-on s'étonner qu'à la suite du percement de l'isthme de Suez certaines espèces de la Méditerranée se soient acclimatées à la Mer Rouge et réciproquement. Cependant, les Mollusques qui passent ainsi le canal de Suez rencontrent sur leur trajet le Grand Lac Amer, barrière sursalée (75 grammes par litre) qui arrête la plupart des espèces; les Mollusques qui surmontent cette brusque augmentation de salinité sont rares, si même il en existe, car ceux qui ont réussi à la franchir se sont probablement soustrait en partie à l'action du milieu en passant avec les bateaux, bien enfermés dans leur coquille. Une douzaine d'espèces de la Mer Rouge sont passées ainsi dans la Méditerranée (exemple : *Meleagrina radiata*).

Une autre expérience de sursalure est réalisée en été dans les marais salants, où les Littorines et surtout le *Cardium edule* survivent dans des eaux très salées, sans supporter toutefois la salinité de saturation ; les Mollusques se montrent, dans ce milieu, moins tolérants que certains Vers (*Nereis diversicolor*) ou Crustacés (*Artemia salina*).

Résistance des Mollusques marins et intercotidaux à la dessalure

Les Mollusques marins accoutumés à une salinité constante résistent probablement assez peu à la dessalure. On peut supposer (bien que les preuves réelles paraissent faire défaut) qu'il en est ainsi chez les Mollusques pélagiques et chez les Mollusques benthiques de grande profondeur. De même, certains Mollusques benthiques de faible profondeur semblent éviter les estuaires : c'est le cas de *Pecten maximus*, *Buccinum undatum*, *Phasianella pullus* qui à Saint-Malo ne se rencontrent pas dans les lieux soumis à la dessalure (1).

Mais un grand nombre de Mollusques se montrent plus tolérants. On peut s'en rendre compte par la pénétration des espèces marines dans les estuaires, les fjords, etc., où leurs limites s'échelonnent suivant leur résistance à la dessalure.

(1) Voir E. FISCHER-PIETTE, Sur la pénétration des diverses espèces marines sessiles dans les estuaires et sa limitation par l'eau douce, *Ann. Inst. Océanogr.*, t. X, fasc. VIII, 1931, p. 217.

Ainsi, en remontant la vallée de la Rance, la limite de différentes espèces s'établit dans l'ordre suivant (sans citer toutes les espèces) : d'abord *Fissurella mamillata*, *Lamellaria perspicua*, *Calliostoma conuloides*, *Doris tuberculata*, *Ocenebra erinaceus*, etc... ont leurs limites successives dans une région où la salinité varie de la normale (35 gr. par litre) à 21 grammes. Plus loin, dans un milieu où la dessalure peut atteindre 10 grammes par litre, on trouve successivement les limites d'*Aeolis papillosa*, *Anomia ephippium*, *Purpura lapillus*, *Gibbula umbilicalis*, *Nassa reticulata*, *Littorina littorea*, *L. obtusata*, *Ischnochiton cinereus*, *Tapes decussatus*. Plus loin, dans un milieu où la dessalure atteint 3 grammes par litre, ou 1 gramme, ou moins encore, se trouve enfin la limite de *Patella vulgata* (1).

Les jeunes sont parfois moins tolérants que les adultes. Ainsi, au Cap de la Hève, les apports d'eau douce de la Seine peuvent tuer les pontes de *Purpura lapillus* tout en laissant subsister les adultes (2).

Les Moules supportent une forte dessalure (6 grammes, 4 à Saint-Malo pour *Mytilus edulis*) ; de même les Huîtres plates (*Ostrea edulis*) et plus encore les « portugaises » (*Gryphaea angulata*). Le *Cardium edule*, dont nous avons vu l'aptitude à supporter la sursalure, est également tolérant pour la dessalure ; il vit dans la moyenne Baltique (salinité 7 grammes, 4), mais non dans le golfe de Finlande (0 gramme 6). *Peringia ulvae* supporte une dessalure plus grande (1 gramme par litre). A Saint-Malo, *Haminea navicula* supporte 0 gr. 42 de salinité, *Scrobicularia plana* 0 gr. 4 (3).

Si résistantes qu'elles soient, les espèces marines ou intercotidales ne supportent généralement pas un séjour prolongé dans l'eau douce : *Littorina obtusata* y meurt en 6 jours, *Gibbula umbilicalis* en 7 jours, *Purpura lapillus* en 9 jours et demi, *Lasaea rubra* en 9 jours ; les plus longues résistances dans l'eau douce sont attribuées à *Peringia ulvae* (20 jours), *Littorina rudis* (31 jours) et *Melaraphe neritoides* (42 jours) (4).

De ces observations il ressort que les Mollusques marins, dans leur ensemble, sont assez euryhalins et qu'ils présentent,

(1) E. FISCHER-PIETTE, Nouvelles observations sur l'ordre d'euryhalinité des espèces littorales, *Bull. Inst. océanogr.* n° 619, Monaco 1933, p. 9-15.

(2) E. FISCHER-PIETTE, Sur la pénétration des diverses espèces marines sessiles dans les estuaires et sa limitation par l'eau douce. *Ann. Inst. océanogr.*, t. X, fasc. VIII, 1931, p. 239.

(3) Nous avons même vu plus haut que quelques Mollusques marins (ou aptes à vivre dans l'eau de mer) sont assez tolérants pour s'accommoder des eaux douces (*Teredo*) ou y prospérer (*Dreissensia*).

(4) P. PELSENER, *loc. cit.*, p. 324 (citant COLGAN, 1910).

de part et d'autre de leur optimum de salinité, une échelle de résistance à la sursalure et à la dessalure.

L'optimum de salinité se maintient-il toujours au voisinage de la salinité normale de l'eau de mer, ou s'abaisse-t-il chez les espèces qui ont pris l'habitude de vivre dans les estuaires ? Autrement dit, existe-t-il des espèces adaptées aux eaux saumâtres au point d'être devenues inaptes à vivre dans la salinité ordinaire de la mer ? Il existe en fait des espèces qu'on ne trouve guère ailleurs que dans les estuaires, mais les travaux de Th. Monod (1) et de E. Fischer-Piette (2) ont montré que beaucoup de ces Mollusques d'estuaires (*Peringia ulvae* par exemple) supportaient parfaitement l'eau de mer normale ; leur prospérité dans les estuaires semble due à ce qu'ils trouvent moins de concurrences sur les fonds saumâtres que sur les fonds salés. La liste des « espèces saumâtres » a été considérablement réduite par ces constatations.

Résistance des Mollusques d'eau douce à la salure

Placés dans l'eau salée, les Mollusques d'eau douce meurent généralement en peu de jours. Cependant, une faible salure est parfois supportée, surtout si l'expérience est progressive : *Bithinia leachi* tolère 5 grammes de sel par litre, *Limnaea peregra* 6 grammes, *Physa heterostropha* 9 et même 14 grammes, *Neritina fluviatilis* 15 grammes (3).

RESISTANCE A L'ACIDITE ET A L'ALCALINITE

L'acidité ou l'alcalinité d'un milieu dépend de sa concentration en ions hydrogène, ou pH.

Le pH optimum se trouve vers la neutralité (pH 7) ou une légère alcalinité, ainsi que Gaarder l'a remarqué pour l'Huitre (4), mais l'ionisation du sang tend à s'équilibrer à peu près avec celle du milieu extérieur. En fait le pH du sang varie pour les Mollusques marins entre 7,2 et 7,8, chiffres un peu inférieurs à ceux de l'eau de mer (8,1) ; les mesures faites sur les Mollusques d'eau douce (Anodontes) ont donné des pH de 7,8 à 8,08 qui peuvent être un peu supérieurs au pH du milieu.

(1) TH. MONOD, La région de la basse-Seulle, étude bionomique, *Travaux Stal. biol. Roscoff*, fasc. 4, 1926.

(2) E. FISCHER-PIETTE, Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche, Thèse, Paris 1929, p. 378.

(3) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 323 (citant JOHANSEN, 1918).

(4) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 324 (citant GAARDER, 1933).

Quant aux Mollusques terrestres (Escargots), le pH de leur sang est de 7,8.

On admet que le pH le plus bas (le plus acide) qui puisse permettre la vie est lié au « point iso-électrique » des albumines, qui se trouve aux environs de pH 4,8 (1) ; pour l'alcalinité une limite mortelle a également été indiquée (pH 8,5) (2) mais nous allons voir que ce chiffre peut être largement dépassé.

L'eau de mer est légèrement alcaline (pH 8,1) et son pH ne varie pas beaucoup en surface (3), sauf dans les « cuvettes » formées à marée basse. Dans ces cuvettes, les variations de l'oxygène et du gaz carbonique provenant de la photosynthèse des Algues (Mélobésiées notamment) ont pour conséquence des variations considérables du pH qui, sans jamais devenir acide, tombe jusqu'à 7,5 la nuit (émission d'acide carbonique par les Algues) et monte couramment à 9,3 le jour (émission d'oxygène) (4). L'alcalinité diurne des cuvettes est parfaitement supportée par divers Mollusques (Pourpres, Littorines, Troques, Patelles, etc...) (5). L'Huître serait un peu plus exigeante : une alcalinité de pH 9 tue les larves en quelques jours et gêne la formation de la coquille de l'adulte (6).

Les eaux douces n'ont pas autant que l'eau de mer le pouvoir de résister à l'acidification ; il en résulte que leur pH est plus variable en fait (7). Les animaux d'eau douce doivent donc se montrer peu exigeants (on dit « euryoniques »). Ainsi *Limnaea peregra* supporte des pH compris entre 5,8 et 8,8 (8).

La toxicité des acides et des bases ne dépend pas uniquement de la concentration en ions H ou OH qu'ils produisent ; la nature de ces acides et de ces bases joue également un rôle (9) ;

(1) G. BOHN, La cellule et les Protozoaires, Paris 1934, p. 52.

(2) F. G. MAC CLENDON, The composition, especially the H. ion concentration, of Sea-water, in relation to marine organisms, *Journ. Biol. Chem.*, vol. 28, 1916, p. 135.

(3) En profondeur, le pH s'abaisse (par exemple 7,95 à 2.000 m. dans l'Atlantique). Dans la Mer Noire, il tombe à 7,26 dès 1.000 m. en raison de la présence d'hydrogène sulfuré.

(4) E. FISCHER-PIETTE, *loc. cit.*, p. 12.

(5) *Loc. cit.*, pp. 20 et 417-420.

(6) P. PELSENEER, *loc. cit.* (GAARDER).

(7) Des pH acides ont été rencontrés dans l'eau douce, parfois riche en gaz carbonique, alors que l'eau de mer, très pauvre en gaz carbonique, n'est jamais acide ni même neutre. L'eau de source est souvent neutre à l'émergence (pH 7,0) en raison de la présence d'une certaine quantité de gaz carbonique, mais ce gaz est rapidement éliminé par suite de la décompression et le pH arrive alors facilement à 8,0, chiffre souvent réalisé dans les rivières. On a d'ailleurs mesuré des pH beaucoup plus alcalins, atteignant parfois jusqu'à 10,0.

(8) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 324 (citant WALTON et WRIGHT, 1929).

(9) ANNÉ RAFFY, Recherches sur le métabolisme respiratoire des poikilothermes aquatiques, Thèse, Paris 1933, p. 338.

pour un même pH dû à des corps chimiques différents, la résistance de l'animal n'est pas la même (1), ce qui revient à dire que la question du pH se résout en problèmes partiels (résistance au CO_2 , etc...).

RESISTANCE A L'ASPHYXIE ET A LA SUROXYGENATION

Pour apprécier la résistance des Mollusques à l'asphyxie, on oppose généralement la respiration aquatique à la respiration aérienne et on détermine la durée de survie des Mollusques aquatiques hors de l'eau ou des Mollusques terrestres dans l'eau, étant admis que les Mollusques amphibies additionnent les qualités de résistance des aquatiques et des terrestres.

Mais en procédant ainsi on risque d'attribuer gratuitement à l'asphyxie des phénomènes mortels dont l'hydratation est responsable. Aussi n'est-ce pas sous cet angle que nous envisagerons la question, mais sous l'angle de la physiologie respiratoire.

Utilisation de l'oxygène dissous et de l'oxygène gazeux

Que vaut la distinction classique entre la respiration aquatique aux dépens de l'oxygène dissous et la respiration aérienne aux dépens de l'oxygène gazeux ?

En 1925, G. Colosi (2) a fait remarquer que toute respiration est en définitive aquatique, puisque l'oxygène atmosphérique se dissout dans la pellicule liquide qui existe sur la surface respiratoire de tout animal terrestre. Dans ces conditions, on peut supposer que tout animal est fondamentalement apte à utiliser indifféremment l'oxygène de l'air ou de l'eau. Mais cette théorie réclamait des preuves, des mesures respiratoires.

En ce qui concerne les Mollusques Gastéropodes, la question a été, je crois, à peu près résolue à la suite des recherches comparatives que j'ai poursuivies avec le concours de M^{me} Raffy et de M. Marcel Duval.

Je vais montrer d'abord par quelques exemples l'aptitude des Gastéropodes, même aquatiques, à utiliser l'oxygène gazeux.

Considérons les Pulmonés aquatiques : certains sont pourvus d'une branchie, mais non d'un poumon (Ancyles), d'autres ont

(1) Ainsi l'action de l'acide carbonique sur les échanges respiratoires des Poissons est plus forte, à pH égal, que l'action des autres acides (F. G. HALL, *Biol. Bull.* vol. 61, 1931, p. 457).

(2) G. COLOSI, L'acqua, medium respiratorio, *Boll. Soc. Naturalisti Napoli*, Vol. 37, 1925, p. 193.

à la fois branchie et poumon (Planorbes), d'autres possèdent seulement un poumon (Limnées). Ces divers animaux vivent toujours immergés et peuvent se contenter d'oxygène dissous, puisque des Limnées ont été trouvées jusqu'à 260 mètres de profondeur et que dès 50 mètres leur poumon est rempli d'eau (Forel) ; mais souvent les Limnées et les Planorbes vivent près de la surface et entraînent dans leur poumon une provision d'air. Nos dosages ont montré que les Limnées et les Planorbes savent utiliser l'oxygène dissous de l'eau et l'oxygène atmosphérique (surtout ce dernier, qu'ils consomment en plus grande quantité et plus régulièrement) (1). Ce n'est donc pas un fait respiratoire qui empêche ces animaux de sortir du milieu aquatique ; s'ils supportent mal l'exondation, c'est parce qu'ils se deshydratent trop vite hors de l'eau.

Même sortis de l'eau, les Mollusques ont le corps humide et l'on conçoit que l'oxygène de l'air vienne s'y dissoudre et alimenter une respiration cutanée ou pulmonaire plus ou moins intense (2) tant que la deshydratation n'a pas fait son œuvre ; les plus résistants à la deshydratation peuvent alors devenir amphibies. Ainsi dans le milieu intercotidal, les Littorines (*Melaraphe neritoides*, *Littorina rudis*) sont effectivement capables de consommer l'oxygène de l'eau et l'oxygène de l'air, mais la consommation diminue dans l'air suivant la deshydratation de leur corps (3) ; leur aptitude à la vie ralentie les aide d'ailleurs à acquérir et à confirmer leurs habitudes d'amphibiose. Comme les Pulmonés aquatiques, les Prosobranches amphibies peuvent présenter une évolution de l'appareil respiratoire (perte des branchies et différenciation d'un poumon) ; c'est le cas chez les Littorines et, parmi les amphibies d'eau douce, chez les Ampullaires (D^r P. Fischer).

Quant aux formes franchement terrestres, comme l'Escargot, leur surface respiratoire est toujours humide, et l'on conçoit que l'oxygène gazeux se dissolve dans les liquides de leur peau (4) et de leur poumon.

(1) Anne RAFFY et P. H. FISCHER, Utilisation de l'oxygène gazeux et de l'oxygène dissous chez les Pulmonés aquatiques, *C. R. Soc. Biol.*, t. CXII, 1933, p. 782.

(2) J. GIAJA (The consumption of oxygen in sea organisms when exposed to the air, *Glas. Acad. Sc. Belgrade*, t. 105, 1923, p. 35) a constaté que les Troques placés à l'air consommaient de l'oxygène gazeux.

(3) P.-H. FISCHER, M. DUVAL et A. RAFFY, Etudes sur les échanges respiratoires des Littorines, *Arch. zool. exp. et gén.*, t. 74, 1933, p. 627.

(4) La respiration cutanée est importante chez les Mollusques. Chez l'Escargot, par exemple, sa valeur paraît supérieure à celle de la respiration pulmonaire (A. RAFFY et P.-H. FISCHER, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CVII, 1931, p. 141).

Ces exemples donnent la preuve expérimentale de l'utilisation de l'oxygène gazeux par les Gastéropodes les plus divers.

Inversement, Colosi a émis l'hypothèse que certains animaux terrestres seraient capables d'utiliser l'oxygène dissous de l'eau. Là encore, nos recherches physiologiques ont répondu positivement.

Nous avons expérimenté sur les Succinées et les Escargots. Les Succinées, qui vivent le plus souvent au voisinage immédiat de l'eau, sont cependant terrestres et ne supportent pas l'immersion plus de quelques heures. Nous avons cependant constaté que dans ces quelques heures elles utilisaient l'oxygène dissous de l'eau. En plaçant les Succinées dans une eau légèrement salée, isotonique à leur sang, leur survie s'accroît (jusqu'à 72 heures par exemple) et l'oxygène dissous est utilisé dans une plus large mesure (1). Si l'immersion les tue, ce n'est donc pas faute d'utiliser l'oxygène dissous et l'asphyxie ne peut être invoquée que dans la mesure où le milieu aquatique se montre plus pauvre en oxygène que le milieu terrestre auquel les Succinées étaient habituées. Un autre phénomène est en cause : l'immersion provoque une forte endosmose d'eau étrangère (jusqu'à 50 % en 4 heures) qui vient gonfler les cellules et organes et les empêche de fonctionner normalement.

Les Escargots sont encore plus franchement terrestres que les Succinées, car ils craignent moins la deshydratation (2). Ils se comportent cependant d'une façon analogue au point de vue respiratoire. Dans l'eau ordinaire, d'après A. Courtois et M. Duval, ils n'utiliseraient pas l'oxygène dissous (3). L'endosmose intervient dans ces conditions. Mais en les plaçant dans une eau isotonique à leur sang nous avons constaté qu'ils consommaient l'oxygène dissous dans une mesure peu inférieure à leur consommation ordinaire d'oxygène atmosphérique (4).

Il résulte de l'ensemble de ces recherches que lorsqu'un changement de milieu est mortel la mort n'est pas due à une asphyxie par impossibilité d'utiliser l'oxygène du nouveau

(1) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Survie et respiration de Succinées immergées, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CXV, 1934, p. 949.

(2) Voir P.-H. FISCHER, Sur l'habitat et l'hygrophilie des Succinées, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXIII, 1939, p. 127.

(3) Andrée COURTOIS et Marcel DUVAL, Sur la mort des Escargots immergés dans l'eau, *C. R. Soc. Biol.*, t. 97, 1927, p. 1695.

(4) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Respiration d'Escargots immergés, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CVII, 1931, p. 139.

milieu, mais à des causes plus diverses et plus complexes dont les principales sont la deshydratation (Mollusques aquatiques exondés) et l'imbibition (Mollusques terrestres immergés).

Résistance au manque d'oxygène dans le milieu aquatique

Les gaz de l'air se dissolvent dans l'eau. L'eau de mer contient de 9 milligr. 5 (soit environ 30 cc) à 14 milligr. (soit environ 44 cc) d'oxygène dissous par litre (1), chiffres faibles si l'on compare à l'oxygénation de l'air (208 cc. par litre). L'oxygène dissous est un peu plus abondant en surface qu'en profondeur, mais il pénètre cependant jusqu'aux grands fonds ; l'agitation de l'eau ne semble pas modifier sensiblement la teneur en oxygène (2). Dans les « cuvettes » isolées par la marée basse, la teneur de l'eau en oxygène varie davantage, par exemple entre 5 milligr. 8, soit environ 18 cc. (la nuit), et 27 milligr. 2, soit environ 86 cc. (le jour), en raison de l'émission diurne d'oxygène par les Algues (3).

La résistance des Mollusques aquatiques à la pénurie d'oxygène est souvent considérable. L'échelle de variation de l'oxygène dissous dans l'eau des « cuvettes » de marée est bien supportée par les Mollusques qui habitent ces milieux confinés (Patelles, Troques, Littorines, Pourpres) (4), mais là ne se borne pas leur résistance : dans les expériences de laboratoire, *Melaraphe neritoides* utilise l'oxygène de l'eau jusqu'à sa disparition presque complète, par exemple jusqu'à une teneur de 0 cc. 24 par litre d'eau (5).

En cas d'exondation temporaire, beaucoup de Mollusques (notamment les Lamellibranches) s'enferment hermétiquement dans leur coquille pour éviter une deshydratation mortelle ; ils doivent alors se contenter pour leurs oxydations de la provision limitée d'oxygène qu'ils ont enfermée avec eux. Dans ces conditions, la résistance est parfois fort longue.

Il est des Mollusques qui vont plus loin : d'après certains expérimentateurs, *Anodontoïdes ferrusacianus* et *Cyclas cornea* ont vécu respectivement 21 jours et 46 jours sans absorber d'oxygène (6) ; les Planorbes et les Myes auraient le même

(1) Voir R. LEGENDRE (*Bull. Inst. Océanogr.* n° 144, 1909 ; *Bull. Stat. biol. d'Arcachon*, XII, 1909) et E. FISCHER-PIETTE (Thèse, Paris 1929, pp. 216-219).

(2) Voir R. LEGENDRE, *loc. cit.* et E. FISCHER-PIETTE, *loc. cit.*

(3) E. FISCHER-PIETTE, Recherches de bionomie et d'Océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche, Thèse, Paris 1929, p. 381.

(4) *Loc. cit.*, pp. 417-420.

(5) P.-H. FISCHER, M. DUVAL et A. RAFFY, Etudes sur les échanges respiratoires des Littorines, *Arch. zool. exp.*, t. 74, 1933, p. 632.

(6) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 78 (citant COLE, 1921 et JATZENKO, 1928).

pouvoir d'anaérobiose. Il n'y a là rien d'in vraisemblable pour des animaux fouisseurs qui vivent normalement dans des milieux très pauvres en oxygène.

A côté de ces cas de résistance extrême, on peut citer des Mollusques moins tolérants. Dans une eau contenant 2 cc. d'oxygène dissous par litre, où *Planorbis corneus* résiste parfaitement à une expérience de 15 jours, *Limnæa stagnalis* meurt au bout de 24 à 36 heures (1). *Ostrea virginica*, *Unio complanatus*, ont été signalés comme supportant mal le manque d'oxygène. Les Céphalopodes se montrent particulièrement exigeants à cet égard : *Loligo pealei* ne supporte pas une eau qui renferme 30 % de l'oxygène normalement présent (2).

C'est peut-être leur avidité d'oxygène qui a conduit certains Mollusques à rechercher en surface des provisions d'oxygène gazeux comme appoint à leur respiration aquatique, puis à s'adonner aux habitudes d'amphibiose.

En passant du milieu aquatique au milieu terrestre, on trouve une grande différence d'oxygénation, le cinquième de la masse atmosphérique étant formé d'oxygène gazeux. Les animaux exigeants en oxygène semblent donc avoir avantage à sortir du milieu aquatique, à condition qu'ils puissent supporter la deshydratation. Remarquons toutefois que dans le milieu aquatique, où les animaux sont toujours très hydratés, les échanges respiratoires sont plus réguliers que dans le milieu terrestre, où les cycles de deshydratation avec vie ralentie ont pour corollaire de grandes inégalités respiratoires.

Résistance au manque d'oxygène dans le milieu aérien

Dans le milieu atmosphérique, les animaux ont à leur disposition une grande quantité d'oxygène (208 cc. par litre à la pression ordinaire). Cependant, les Mollusques terrestres n'utilisent pas toujours l'oxygène sous cette tension élevée. Lorsqu'ils sont retirés derrière leur épiphragme et surtout lorsqu'ils sont enterrés, ils vivent dans une atmosphère confinée assez riche en gaz carbonique, ainsi que l'ont montré les analyses du gaz situé entre le corps et l'épiphragme (3). L'oxygène est donc

(1) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Utilisation de l'oxygène gazeux et de l'oxygène dissous chez des Pulmonés aquatiques, C. R. Soc. de Biol., t. CXII, 1935, p. 732.

(2) P. PELSENEER, loc. cit., p. 77.

(3) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris, 1931, p. 155.

utilisé en hiver sous une tension plus basse que pendant la vie active (1).

Comme exemple de la résistance des Mollusques terrestres dans le milieu confiné, nous reprendrons l'exemple déjà cité d'un Escargot américain qui a vécu jusqu'à 6 ans dans une boîte close. Un ancien auteur, Gaspard, a même admis que les Escargots retirés derrière leur épiphragme supportaient un isolement hermétique et survivaient à un hiver passé sous le mercure, l'huile ou la graisse. J'ai repris ces expériences en les variant un peu et je ne pense pas que les Escargots soient aussi résistants à l'isolement hermétique que le croyait Gaspard : placés sous l'huile, les Escargots meurent en moins de 4 mois. A une température moyenne (22°) ils résistent peu de temps au vernissage de leur coquille et de leur épiphragme (2) ; à — 2°, les Escargots vernis résistent plus d'un mois, mais moins de 5 mois. Au lieu de vernir les coquilles, laissons-les se prendre dans la glace à — 2° : les Escargots mourront avant 4 mois alors qu'à la même température ils survivent parfaitement au bout de 9 mois dans un milieu confiné, mais non hermétiquement clos (3).

Pour préciser le degré de résistance des Escargots en milieu clos, j'ai préparé des mélanges gazeux contenant de l'oxygène en proportions diverses. Dans un mélange contenant 96,27 % d'azote et 3,73 % d'oxygène, *Helix aspersa* souffre, mais résiste : au bout de 14 jours, il se ranime parfaitement, bien que la tension d'oxygène soit tombée à 27,98 millimètres de mercure (4).

On sait que les Mammifères ne peuvent utiliser l'oxygène que sous une assez forte tension ; il en résulte que dans une enceinte close un Mammifère asphyxie sans avoir profité de tout l'oxygène mis à sa disposition. Il n'en est pas de même chez les Mollusques. J'ai constaté par exemple que *Helix aspersa* pouvait utiliser presque tout l'oxygène d'un milieu ; dans une de mes expériences, ces Escargots ont utilisé jusqu'à 99,4 % de l'oxygène qui leur était offert et le faible reliquat inemployé correspondait à la tension vraiment minime de 0,89 millimètres de mercure (5). De même *Melaraphe neritoides* utilise l'oxygène de l'air jusqu'à sa disparition presque complète (6).

Mais les Mollusques peuvent-ils survivre à la disparition

(1) *Loc. cit.*, p. 156.

(2) Le vernissage interrompt le passage des gaz à travers la coquille et l'épiphragme.

(3) Observations inédites.

(4) P.-H. FISCHER, *loc. cit.*, p. 147.

(5) *Loc. cit.*, p. 137.

(6) P.-H. FISCHER, M. DUVAL et A. RAFFY, Etudes sur les échanges respiratoires des Littorines, *Arch. zool. exp.*, t. 74, 1933, p. 632.

complète de l'oxygène de l'air ? Des expériences ont été faites. Spallanzani, qui avait privé les Escargots d'oxygène en les plaçant dans l'azote ou dans l'hydrogène, avait remarqué qu'ils résistaient 18 heures. J'ai constaté pour ma part que les Escargots pouvaient vivre jusqu'à 4 jours dans l'azote pur, sans trace d'oxygène ; devenus inertes à la fin de l'expérience, ils se ranimaient dans l'air et survivaient. Après cette continence forcée, ils se montraient d'ailleurs très avides d'oxygène, qu'ils consommaient en excédent (1). Ces expériences montrent que les Escargots, malgré leur résistance, ne peuvent supporter longuement la privation d'oxygène et s'adapter à la vie anaérobie que nous avons notée chez certains Mollusques aquatiques.

Résistance à la suroxygénation

Les plus fortes teneurs en oxygène réalisées dans l'eau sont bien supportées par les Mollusques aquatiques, mais elles sont très inférieures à l'oxygénation normale de l'air. Les expériences de suroxygénation ne sont donc intéressantes que dans le milieu aérien.

L'excès d'oxygène, qui est nuisible pour l'organisme des Vertébrés (2) ne paraît pas incommoder les Mollusques (3). Ainsi *Helix pomatia* supporte parfaitement un séjour de plus d'un mois dans l'oxygène pur (4) ; les Escargots placés dans des atmosphères suroxygénées ne diffèrent des témoins placés à l'air que par quelques variations fonctionnelles : courbe particulière des échanges respiratoires, qui présentent des alternances d'intensité et de faiblesse (5), tendance au relèvement de la réserve alcaline du sang (6).

(1) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris 1931, p. 145-146.

(2) Voir par exemple les travaux de HAEMPEL (*Zeitschr. f. vergl. Physiol.*, 7, 1928, p. 553) sur les Poissons.

(3) P.-H. FISCHER, *loc. cit.*, p. 149.

(4) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Echanges respiratoires d'Escargots soumis à l'influence prolongée de l'oxygène, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CX, 1932, p. 461.

(5) P.-H. FISCHER, Thèse, Paris 1931, p. 151 ; — A. RAFFY et P.-H. FISCHER, *loc. cit.*

(6) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Influence de la suroxygénation de l'atmosphère sur le milieu intérieur de l'*Helix pomatia* L., *C. R. Soc. de Biol.*, t. CXVIII, 1935, p. 15. — De même, chez les Lamellibranches, la quantité d'oxygène dissous agit sur les pulsations cardiaques, l'activité ciliaire, etc...

Remarques sur la tolérance respiratoire des Mollusques

Les faits que je viens d'exposer prouvent que beaucoup de Mollusques sont très tolérants vis-à-vis de l'oxygène (je devrais ici inventer un mot en *eury* si j'avais du goût pour le jargon « scientifique »). Leur faculté d'utiliser l'oxygène à basse tension leur permet d'affronter les milieux pauvres en ce gaz et leur amphibiose respiratoire les a rendus aptes à coloniser le milieu terrestre.

Cette tolérance est-elle facilitée par des réserves d'oxygène qui pourraient exister dans leur sang ? Non, car leur pigment respiratoire, l'hémocyanine, n'est pas assez actif pour y constituer de grandes réserves (1).

Ce qui facilite la tolérance respiratoire des Mollusques, c'est la robustesse de leurs tissus : non seulement ils supportent amplement des variations d'oxygénation, mais certains consomment l'oxygène dans la mesure où ils le rencontrent au lieu d'avoir une exigence respiratoire fixe (2). Ainsi les Escargots hibernants qui respirent en milieu confiné consomment beaucoup moins qu'en milieu suroxygéné (3). De même, dans le milieu aquatique, la consommation d'oxygène augmente avec l'oxygénation de l'eau chez les Escargots immergés (4), Littorines (5), Fissurelles, Murex (6), Anodontes (7). D'ailleurs, en général, la consommation d'oxygène dans le milieu aquatique (pauvre en ce gaz) ne dépasse guère 0 cc. 02 par gramme-heure (8) tandis que dans le milieu terrestre les Mollusques consomment souvent plus de 0 cc. 1. Ce tempérament accommodant de beaucoup de Mollusques explique leur résistance

(1) Voir L. CUÉNOT (*G. R. Acad. Sc.*, 1892, p. 127) ; — Ch. DHÉRE (*C. R. Soc. de Biol.*, 1903, p. 1161) ; — BEGEMANN (Thèse, Utrecht 1925).

(2) La consommation ne varie cependant pas indéfiniment. Dans un milieu suroxygéné, elle augmente d'abord, puis diminue, et il peut s'établir, si l'expérience se prolonge, une alternance de consommation élevées et basses dont la valeur moyenne n'est pas très différente de ce qu'elle était dans l'air ordinaire (Anne RAFFY et P.H. FISCHER, *C. R. Soc. de Biol.*, 1932, p. 461).

(3) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris 1931, pp. 149-153.

(4) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Respiration d'Escargots immergés, *C. R. Soc. biol.*, CVII, 1931 p. 139.

(5) P.-H. FISCHER, M. DUVAL et Anne RAFFY, Etudes sur les échanges respiratoires des Littorines, *Arch. zool. exp.*, t. 74, 1933, p. 632-633.

(6) Anne RAFFY, Recherches sur le métabolisme respiratoire des poikilothermes aquatiques, Thèse, Paris 1933, pp. 321-324.

(7) W. J. DAKIN et M. G. CATHERINE, The oxygen requirement of certain aquatic animals and its bearing upon the source of good supply, *Brit. Journ. exp. Biol.*, vol. II, 1925, p. 293.

(8) Faisons exception pour les Céphalopodes, dont le cas va être expliqué.

respiratoire et l'extraordinaire rapidité avec laquelle ils se remettent des accidents asphyxiques.

Les Céphalopodes ne semblent pas aussi accommodants.

Doués d'une capacité d'absorption d'oxygène plus forte que les autres Mollusques et pouvant accumuler ce gaz dans leur sang, ils se sont habitués à une respiration plus réglée, dans laquelle le manque d'oxygène ou l'excès de gaz carbonique déterminent une hyperpnée (1) et leur consommation d'oxygène ne paraît pas influencée par la teneur en oxygène du milieu (2). Aussi supportent-ils mal le manque d'oxygène. Ils se rapprochent en cela des Vertébrés, qui possèdent une régulation plus étroite, mais une résistance moindre que la majorité des Mollusques.

La connaissance de la résistance respiratoire des Mollusques est d'un grand intérêt général. En nous faisant comparer le tempérament robuste et tolérant de la plupart d'entre eux avec la physiologie mieux réglée, mais plus exigeante des Céphalopodes, elle nous donne la clé de l'évolution respiratoire.

RESISTANCE A L'EXCES D'ACIDE CARBONIQUE

L'acide carbonique, qui à faible dose stimule certaines fonctions, est toxique à forte dose.

Plaçons des Escargots dans une atmosphère riche en acide carbonique, ils se comporteront à peu près normalement tant que la teneur en ce gaz ne dépassera pas 12 % environ (3). Au-dessus de cette teneur, l'acide carbonique devient nuisible : les échanges respiratoires diminuent (même si le mélange gazeux comprend beaucoup d'oxygène) et l'Escargot tend à devenir inerte ; il supporte péniblement un séjour de 24 heures dans 40 à 50 % de CO_2 et loin de se guérir promptement lorsqu'on le replace à l'air (comme c'est le cas après la privation d'oxygène) il continue à dépérir, avec de faibles échanges respiratoires, et peut mourir après-coup des suites de l'intoxication subie (4). Placés dans le gaz carbonique pur, les Escargots ne peuvent résister au-delà de 3 ou 4 jours (5), mais le manque d'oxygène entre alors en cause.

(1) H. WINTERSTEIN, Beiträge zur Kenntnis der Fischatmung, *Pflüg. Arch.*, t. 125, 1908, p. 73.

(2) W. R. AMBERSON, H. S. MAYERSON et W. J. SCOTT, The Influence of oxygen tension upon metabolic rate in Invertebrates, *Journ. of gen. Physiol.*, vol. 7, 1924, p. 171. — Les Aplysies paraissent être dans le même cas que les Céphalopodes à ce point de vue.

(3) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris 1931, p. 136.

(4) *Loc. cit.*, p. 145.

(5) Observation inédite.

Chez les Mollusques aquatiques, l'excès de CO^2 est également nuisible : on a remarqué qu'il détermine une hyperpnée chez les Céphalopodes (1). Sa nocivité peut être due soit à la présence du gaz dissous lui-même (anion CO^2), soit à l'acidification de l'eau provoquée par la dissolution du gaz (cation H) (2). Mais il faut remarquer que les Mollusques aquatiques sont rarement exposés à un excès de CO^2 : l'eau de mer ne contient pour ainsi dire pas de CO^2 et l'eau douce en contient généralement peu, si l'on excepte quelques sources « gazeuses ».

Comparée à celle d'autres animaux, la résistance des Mollusques à l'intoxication par l'acide carbonique paraît assez grande : à plus de 20 %, ce gaz a un effet anesthésique pour les Mammifères et les Poissons sont tués vers une teneur de 30 ou 35 % (3).

RÉSISTANCE A L'INANITION

Les Mollusques s'alimentent quand ils le peuvent et restent parfois longtemps à jeun. Leur faculté de vie ralentie leur permet de supporter sans inconvénients ces périodes d'inanition. Les périodes froides sont des périodes d'inanition : chez les Lamellibranches, les battements ciliaires sont arrêtés par les basses températures (+ 8° chez *Ostrea virginica*) et les courants alimentaires cessent alors automatiquement ; chez les Gastéropodes (terrestres, notamment) l'alimentation cesse pendant toute la durée des phases de vie ralentie.

Quelques chiffres ont été donnés. Chez les Mollusques marins, par exemple, on a constaté que *Sepia officinalis* résistait 26 jours à l'inanition, *Fissurella* 3 ou 4 mois. La résistance est d'autant plus longue que la température est plus basse : ainsi *Tapes decussatus* résiste 12 jours en été, 30 jours en hiver (4).

La résistance au jeûne est plus longue chez certains Lamellibranches capables de supporter l'exondation (*Mytilus edulis* 11 mois et, dans le milieu continental, *Anodonta* 7 mois) et chez les Mollusques amphibies. Parmi ces derniers, *Patella vulgata* résiste 34 jours (5), *Melaraphe scabra* et *M. undulata* résistent 5 mois (6).

(1) H. WINTERSTEIN, *loc. cit.*

(2) ANNE RAFFY, *loc. cit.*, p. 327.

(3) Voir PAUL BERT (*C. R. Soc. Biol.*, 1874, p. 214) et M. WELLS (*Biol. Bull.*, vol. 25, 1913, p. 323).

(4) P. PELSENER, Essai d'Ethologie zoologique d'après l'étude des Mollusques, Bruxelles 1935, p. 137.

(5) *Loc. cit.* p. 136.

(6) P.-H. FISCHER, Résistance à l'exondation chez quelques Mollusques marins, *Journ. de Conchyl.*, vol LXXXIII, 1939, p. 38.

Les Mollusques terrestres, mieux spécialisés dans la vie ralentie, supportent des périodes d'inanition beaucoup plus longues. *Helix pomatia* peut rester 1 an et jusqu'à 20 mois sans nourriture (1), *Helix aspersa* 13 mois, *Helix nemoralis* 3 ans, *Helix lactea* plus de 4 ans (2). Certains Pulmonés des régions sèches ou désertiques vivent même jusqu'à 6 ans à jeun : tel est le cas d'*Helix desertorum* (Egypte), d'*Helix veachi* et de *Bulinus pallidior* (Amérique) (2).

Non seulement l'inanition est bien supportée, mais la mortalité est particulièrement faible dans ces conditions de vie ralentie, surtout chez les adultes, qui se montrent à cet égard plus résistants que les jeunes d'après les courbes de mortalité que j'ai établies pour *Helix pomatia*.

RESISTANCE AUX CORPS NUISIBLES OU TOXIQUES

Les Mollusques sont insensibles à l'action de certaines substances extrêmement toxiques pour d'autres animaux. Ainsi les Pulmonés terrestres ingèrent sans inconvénients des Champignons vénéneux. Des Escargots qui se sont nourris de feuilles de vigne enduites de produits arseniqués restent parfaitement indemnes ; plusieurs semaines après l'ingestion, ils ne manifestent aucun trouble, bien que la quantité d'arsenic qu'ils contiennent soit suffisante pour tuer un Homme. L'acide cyanhydrique, le curare, ont peu d'effet sur les Mollusques (3).

Les gaz de l'air ne sont pas toxiques pour l'Escargot, excepté le gaz carbonique. J'ai déjà indiqué que *Helix pomatia* supportait parfaitement un séjour de plus d'un mois dans l'oxygène pur, qui est nuisible pour d'autres animaux. Dans l'azote pur, j'ai constaté que l'Escargot *Helix aspersa* pouvait subsister jusqu'à 4 jours ; un léger gonflement des tissus se manifeste quelques heures après le début de l'expérience, mais sans persister au-delà du premier jour, et l'inertie qui peut apparaître dans la suite est due au manque d'oxygène et non à la toxicité de l'azote, car dès que l'on ajoute de l'oxygène l'animal se montre instantanément guéri (4).

Il ne faudrait cependant pas croire que les Mollusques résistent à tous les toxiques. Ainsi le métaldéhyde est mortel pour les Pulmonés terrestres ou aquatiques ; le venin des Actinies

(1) E. YUNG, *loc. cit.*, p. 11.

(2) P. PELSENEER, *loc. cit.* p. 136.

(3) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 325. — Le curare agit toutefois assez fortement sur les Calmars (A. J. CARLSON, *Journ. Gen. Physiol.*, IV, 1921-1922, p. 4 559).

(4) Observations inédites.

tue les Calmars (1). Le trinitrotoluène, à dose moyenne, provoque un gonflement du cœur ; à forte dose, le cœur et tous les tissus diminuent de volume par suite d'une grande perte d'eau. L'atropine, la nicotine, la cicutine et surtout la pelletière agissent sur le cœur isolé, dont les contractions peuvent être arrêtées (2).

Dans les recherches poursuivies pour obtenir la destruction des Tarets, on a constaté que les essences, résines, goudrons et surtout la créosote étaient toxiques pour ces animaux. Les spermatozoïdes des Tarets sont tués en 1 heure par l'acétate de plomb, en 1 heure 25 par le sulfate de cuivre, en 2 heures par une solution saturée d'azotate de cuivre à 1/200.000 et en 2 heures par le sublimé corrosif à 1/20.000.000.

L'hydrogène sulfuré est nocif. D'après les expériences anciennes de Vauquelin et de Spallanzani, l'Escargot n'y résiste que 1/2 heure à 3 heures. Dans la Mer Noire, dont les régions profondes (plus de 2.000 mètres), contiennent jusqu'à 6 cc. 55 de H²S par litre, toute vie disparaît dès 200 mètres de profondeur.

J'ai constaté en outre que les vapeurs d'éther sulfurique tuent l'Escargot en moins de 24 heures et que les vapeurs de chloroforme, contre lesquelles l'animal réagit par une forte sécrétion muqueuse, ne sont guère mieux supportées (3).

Dans l'ensemble, on peut admettre que les Mollusques sont assez résistants aux toxiques.

Leurs tissus sont en effet très robustes. On peut s'en rendre compte quand on constate l'extraordinaire résistance des Mollusques vis-à-vis des agents pathogènes : ces animaux peuvent vivre avec un coelome perforé, un cœur parasité, un foie presque entièrement rongé, sans que leur activité semble très différente de la normale.

Leur épiderme, cependant si perméable à l'eau, paraît s'opposer efficacement au passage des Bactéries et de certains poisons ; il est possible que le mucus exerce à ce point de vue une action antiseptique. Quant aux infections d'origine alimentaire elles se heurtent souvent à une puissance physiologique (et en particulier diastasique) dont nous parlerons plus loin. De plus, j'ai constaté que le liquide digestif était antiseptique.

(1) Dr. Paul FISCHER, Observations sur quelques points de l'histoire naturelle des Céphalopodes, *Ann. Sc. nat.*, t. VI, 1866, p. 319.

(2) P. BOYER et H. CARDOT, Action de quelques alcaloïdes sur le cœur et les sinus contractiles des Mollusques, *Journ. Physiol. et Path. Gén.*, t. XXIV, 1926, p. 701.

(3) Observations inédites.

tique chez l'Escargot : des fragments organiques peuvent y rester des mois sans se putréfier (1) ; hors de l'organisme, ce liquide digestif est imputrescible et il le reste dans l'organisme, même après la mort (2). Son rôle protecteur est sans doute important pendant l'hibernation, car à ce moment il s'accumule dans la partie antérieure du tube digestif.

Un autre moyen de défense bien connu est la formation de couches de calcaire ou de perles grâce auxquelles les Mollusques résistent à l'intrusion de grains de sable, de vase, de parasites, etc.

Si malgré ces moyens de défense les corps nuisibles parviennent cependant à franchir la frontière de l'organisme, ce dernier peut encore résister. Le foie centralise certains corps toxiques ou superflus (métaux, pigments ingérés), d'autres s'accumulent dans les organes excréteurs. Les leucocytes interviennent pour absorber et transporter les corps étrangers (on le voit bien lorsque ces derniers sont colorés, comme dans le cas de la « leucocytose verte » des Huîtres) ; ces leucocytes s'accumulent en amas dans les organes excréteurs et dans le manteau, à moins qu'ils ne quittent l'organisme, chargés de produits indésirables, en franchissant l'épiderme.

RESISTANCE EN CAPTIVITE

La vie en captivité n'est pas également supportée par les Mollusques.

Sans doute, la plupart d'entre eux peuvent pondre en captivité (Chitons, Dentales, Huîtres, Moules, Troques, Murex, Aplysies, Nudibranches, Pulmonés, Seiches, Pieuvres, etc.), mais tous ne peuvent pas y vivre, notamment les larves pélagiques dont il est généralement impossible de constater l'évolution en élevage.

Voyons comment se comportent les adultes en captivité.

Parmi les Gastéropodes marins et intercotidaux, les Buccins, les Patelles, certains Troques (*Calliostoma striatum*) résistent mal en aquarium alors qu'on peut y conserver plusieurs mois, même dans une eau de mer non renouvelée, des espèces telles que *Natica alderi*, *Trivia arctica*, *Nassa reticulata*, *Littorina littorea*, *Ocenebra aciculata*, *Purpura lapillus*, etc... (3), à condition, bien entendu, de réserver un domaine aérien aux for-

(1) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris, 1931, p. 40.

(2) Observation inédite.

(3) Observations inédites.

mes amphibiens. — Parmi les Céphalopodes, les Seiches vivent très bien en captivité, les Calmars beaucoup moins bien.

Dans l'eau douce, on élève facilement les Limnées et les Physes, plus difficilement les Paludines.

C'est dans les élevages terrestres que la résistance des Mollusques à la captivité a été le mieux mise en relief par les patientes observations de L. Vignal : *Rumina decollata* a supporté la captivité pendant 12 ans, *Helix spiriplana* pendant 13 ans (1).

L'inaptitude de certains Mollusques à la vie en captivité peut provenir de causes diverses : inanition par absence de l'aliment ordinaire, différences d'oxygénation et de température du milieu, etc. Certaines de ces difficultés ne sont peut-être pas insurmontables.

J'ouvre ci une parenthèse pour ceux des lecteurs qui seraient intéressés par le côté technique de l'élevage des Mollusques. — Pour établir un terrarium de Mollusques, on peut utiliser des caisses ou de grands pots de fleurs à demi remplis de terre, avec un dôme de gaze ou de fin treillage ; il faut laisser aux animaux leur droit à la vie ralentie et doser l'arrosage de la terre en conséquence. — Dans les aquariums d'eau douce, on a recommandé de placer des plantes d'eau (*Lemna*, etc.) qui favorisent l'alimentation et la respiration des Pulmonés aquatiques. — Quant aux aquariums marins, on peut en monter loin de la mer en faisant circuler (à l'aide d'une petite pompe électrique) une masse d'eau de mer placée une fois pour toutes dans un circuit fermé comportant un filtre, suivant l'ingénieux dispositif réalisé par H. Bouxin (2). Ce dispositif a fonctionné pendant plusieurs années consécutives à Paris, dans le service de travaux pratiques que je dirigeais alors au P. C. N. et les étudiants avaient ainsi continuellement à leur disposition les animaux marins les plus variés.

Force et vitalité

Ayant analysé le degré de résistance des Mollusques à différents facteurs, prenons maintenant un aperçu de leur vitalité organique.

(1) L. VIGNAL, Sur la durée de la vie chez l'*Helix spiriplana* Oliv., *Journ. de Conchyl.*, vol. LXVII, 1922, p. 262.

(2) H. BOUXIN, Installation d'un aquarium marin pour un Laboratoire situé loin de la Mer, *Bull. Soc. nat. d'acclimatation*, n^{os} 5 et 6, 1935, pp. 1-25 ; — Améliorations apportées à l'aquarium marin, *ibid.*, n^{os} 3 et 4, 1937, pp. 1-9.

SELECTION ET FECONDITE

L'étude de la résistance des Mollusques aux conditions de milieu laisse l'impression d'une grande solidité physiologique. Cette solidité est entretenue par la sélection qui s'opère chez les larves. Des quantités de larves succombent aux variations extérieures et les individus qui surmontent l'épreuve de la vie embryonnaire prouvent par avance la robustesse de leur organisme.

La sélection porte parfois sur un nombre énorme de larves ; la fécondité de certains Mollusques est extraordinaire, particulièrement chez les espèces sédentaires ou fixées, qui emploient à former des œufs toute l'énergie qu'ils économisent sur la locomotion. La fécondité des Mollusques leur confère une vitalité spécifique de grande importance.

PROTECTION DE LA COQUILLE

On connaît le rôle protecteur de la coquille, habitacle d'une valeur biologique exceptionnelle. En fait, la résistance aux facteurs du milieu est souvent moindre chez les Mollusques nus (Limaciens, Nudibranches, Céphalopodes) que chez les Mollusques testacés. Il va de soi que les Mollusques testacés ne peuvent être impunément privés de leur coquille. On a cependant constaté que certains Mollusques (*Limnæa peregra*, *Helix aspersa*, *H. pisana*, *H. lactea*) pouvaient quitter spontanément leur coquille (1), mais ils ne semblent guère survivre (2) à cette amputation fort rare dont la cause, toute pathologique, est la faiblesse d'attache ou l'altération de quelques fibres musculaires.

Expérimentalement privé de coquille, l'Escargot ne résiste pas ; ses échanges respiratoires diminuent après l'ablation et il meurt en 2 ou 3 jours, aussi bien dans l'eau isotonique que dans l'air. Ce dernier fait indique que la deshydratation n'est pas seule en cause comme facteur nocif ; on peut invoquer également l'affaissement des viscères non soutenus, l'invasion bactérienne à travers le manteau, etc. (3).

(1) E. LAMY, Gastéropodes abandonnant leurs coquilles, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXXVI, 1945, pp. 33-39.

(2) Il n'est pas exclu que l'animal puisse survivre à la perte de la coquille, à condition qu'il retrouve celle-ci et s'en protège, ainsi qu'on l'a noté pour *Helix aspersa* (voir LATASTE, *Journ. de Conchyl.*, vol. XIV, 1870, p. 244 et MASEFIELD, *Journ. of Conchol.*, vol. XIV, 1913, p. 117.

(3) Anne RAFFY et P.-H. FISCHER, Remarques sur les Escargots dépourvus de coquilles, *C. R. Soc. de Biol.*, t. CVII, 1931, p. 141.

FORCE MUSCULAIRE

La force musculaire des Mollusques est considérable. Chez les Lamellibranches, notamment, elle peut être au moins égale à celle des Vertébrés.

Pour vaincre l'adhérence du pied des Patelles, il faut développer une force de traction de 3 kgs 5 par cm^2 ; pour les ventouses des Céphalopodes, une force de 500 à 700 grammes par cm^2 (1).

Pour ouvrir les valves fermées des Lamellibranches, il suffit chez certaines espèces d'une force de traction de quelques centaines de grammes par cm^2 d'attache musculaire (2), mais il faut généralement davantage : pour *Tridacna elongata*, 5 à 7 kgs par cm^2 sont nécessaires ; pour ouvrir un Tridacne de 250 kgs, il faudrait employer une force de plus de 900 kgs (3). Il faut environ 3 kgs 5 par cm^2 de muscle pour forcer les valves de *Pecten maximus*, 5 kgs environ pour *Ostrea edulis*, 8 kgs pour *Mytilus edulis*. Pour *Venus verrucosa*, il ne faut pas moins de 12 kgs, 4 par cm^2 de muscle, soit environ 2000 fois le poids de l'animal. On sait que le muscle adducteur des Lamellibranches est formé de deux parties juxtaposées. C'est la partie opaque qui possède la plus grande force musculaire : en ne considérant que cette partie opaque, on constate que la force de traction nécessaire pour vaincre sa résistance est de 13 kgs par cm^2 chez *Ostrea edulis* et 15 kgs chez *Pecten maximus* (4).

Les Mollusques transportent parfois des poids plus lourds que leur corps. *Nassa reticulata*, qui pèse environ 3 grammes, porte souvent des Eponges (*Ficulina ficus*) fixées sur sa coquille ; la vivacité des mouvements du Mollusque n'est en rien altérée tant que le poids de l'Eponge ne dépasse pas 7 ou 8 grammes et des Eponges plus lourdes sont supportées jusqu'à concurrence d'environ 14 grammes (5). Les Escargots portent davantage ; d'après Sandford, un *Helix aspersa* de 10 grammes peut porter 537 grammes sur un plan horizontal (6).

(1) P. PELSENEER, Essai d'Ethologie zoologique d'après l'étude des Mollusques, Bruxelles 1935, p. 179.

(2) Loc. cit., p. 180.

(3) Dr Paul FISCHER, Manuel de Conchyliologie, Paris, 1887, p. 30.

(4) P. PELSENEER, Loc. cit., p. 180.

(5) P.-H. FISCHER, Association de *Nassa reticulata* L. avec le Spongiaire *Ficulina ficus* Gray, Journ. de Conchyl., vol. LXXVI, 1932, p. 184.

(6) P. PELSENEER, loc. cit., p. 179 (citant SANDFORD, 1886).

PUISSANCE DIASTASIQUE

De nombreuses diastases ont été décelées chez les Mollusques, peptase, tryptase, cytase, arginase, xylanase, saccharase, raffinase, lactase, amylase, maltase, lipase, etc...

Le suc digestif de l'Escargot *Helix pomatia* se montre particulièrement puissant vis-à-vis d'une foule d'aliments plus ou moins indigestes. Ainsi il hydrolyse la chitine du Homard et celle des Champignons en acétylglucosamine avec un rendement qui peut atteindre 80 % (1). D'autre part il se montre actif vis-à-vis du stévioside ; le stévioside, le produit le plus sucré que l'on connaisse (2) résiste à tous les autres ferments essayés (*Levures*, *Aspergillus niger*, etc.), mais il est rapidement hydrolysé par le suc digestif d'*Helix pomatia* (3).

SURVIE DE FRAGMENTS ISOLÉS

Les cellules isolées vivent parfois un certain temps hors de l'organisme.

Les gamètes ne résistent généralement que peu d'heures après leur émission dans le milieu extérieur ; chez *Cuningia tellinoides* la survie des gamètes n'est en général que de 10 à 12 heures ; mais elle atteint exceptionnellement 36 heures pour les ovules et jusqu'à 4 jours pour les spermatozoïdes. Dans le cas particulier des Pulmonés terrestres après l'accouplement, les spermatozoïdes vivent dans la poche copulatrice de leur conjoint pendant des semaines, des mois ou même des années (jusqu'à 3 ans) (4).

Les leucocytes survivent plusieurs jours : 4 jours dans l'eau de mer (*Ostrea edulis*) et jusqu'à 8 jours dans l'eau douce à basse température (*Anodonta*) (5).

Les tissus ou organes peuvent survivre après amputation, notamment les muscles.

Les parties séparées du corps par l'autotomie gardent pendant un temps assez long la même mobilité que la partie principale du corps. C'est ce que l'on a constaté pour la région

(1) Voir KARRER et HOFFMANN (*Helvetica Acta*, 12, 1929, p. 616) et KARRER et FRANÇOIS (*Ibid.*, p. 986).

(2) Le stévioside est 300 fois plus sucré que le saccharose ; on le trouve dans le « Kaá Hè - é » (*Stevia rebaudiana*), plante médicinale du Paraguay.

(3) R. LAVIEILLE (Contribution à l'étude botanique, chimique et physiologique du Kaá Hè-é, *Stevia Rebaudiana* Berton, Thèse en pharmacie, Lons-le-Saunier, 1932).

(4) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 410.

(5) *Loc. cit.*, p. 150.

caudale autotomisée par des Arions ou des *Helix* américains, qui peut rester mobile durant 54 heures (*Helix* de Cuba). Les tentacules de *Lima hians* autotomisés gardent leur mobilité pendant 40 heures, les nageoires de *Lobiger* pendant 4 heures, les papilles dorsales d'Eolidiens jusqu'à 6 jours (1). Le bras autotomisé du Poulpe (*Octopus de Filippii*) se déplace par le jeu de ses ventouses ; l'hectocotyle, qui porte les spermatophores jusqu'à la cavité palléale d'une femelle, garde sa mobilité au point de nager vers son but, où il reste bien vivant pendant longtemps (rappelons qu'on l'a pris autrefois pour un Ver parasite).

La survie des parties amputées se produit également en dehors du cas de l'autotomie. J'ai constaté qu'une *Haliotis tuberculata* dont la tête avait été coupée continuait à mouvoir spontanément ses tentacules céphaliques comme si de rien n'était et qu'en touchant la tête les contractions musculaires demeuraient normales pendant longtemps (2). Un autre exemple assez curieux est donné par les Firoles (*Pterotrachea*) : on a cru qu'il existait un genre *Anops*, proche des Firoles mais normalement dépourvu de tête. Les « *Anops* » avaient été observés dans la nature, vivant aussi activement que les Firoles ; il fut reconnu dans la suite que ces *Anops* n'étaient que des Firoles décapitées accidentellement, qui avaient continué à vivre parmi leurs congénères (3).

Des survies ont également été obtenues en dehors du milieu naturel. Henri Cardot et ses élèves, à qui la physiologie des Mollusques doit tant de progrès, ont mis au point des procédés d'étude du cœur isolé de l'Escargot, qui survit et fonctionne dans des milieux synthétiques appropriées (4). Les mouvements cardiaques persistent non seulement dans le ventricule isolé ou l'oreillette isolée, mais même dans de petits fragments de ventricule (5). E. Fischer-Piette et moi avons constaté d'autre part, par la méthode des cultures de tissus en goutte pendante, qu'un fragment de pied d'Escargot survit au moins 2 semaines dans un caillot nutritif (6).

(1) Ed. LAMY, L'autotomie chez les Mollusques, *Journ. de Conchyl.*, vol. LXXVIII, 1934, p. 184.

(2) Observation inédite.

(3) Dr Paul FISCHER, *loc. cit.*, p. 579.

(4) Le milieu synthétique le plus favorable est basé sur la solution de Locke, dont on multiplie la concentration par 0,70, ce qui donne Na Cl 6 gr., 300 par litre, K Cl 0 gr. 294, Ca Cl² 0 gr., 168.

(5) A. JULLIEN, G. MORIN et Hélène BLANC, Sur l'automatisme des lambeaux ventriculaires du cœur d'*Helix pomatia* L., *C. R. Soc. de Biol.*, t. CIV, 1930, p. 578.

(6) Observation inédite.

REGENERATION DES PARTIES AMPUTEES

La faculté de régénération se manifeste avec force chez les Mollusques. Les parties molles du corps se reconstituent par divisions cellulaires (mitoses), la coquille par sécrétion.

Les parties amputées du corps se reconstituent peu à peu.

Ainsi l'autotomie d'une portion du corps est suivie d'une régénération, que l'on a notée en particulier pour les tentacules palléaux des Lamellibranches (*Pecten*, *Lima*), les captacules des Dentales, les siphons des *Solen*, les papilles dorsales des Eolidiens, la partie postérieure du pied des Gastéropodes, les bras des Céphalopodes (y compris l'hectocôte).

Le PIED se régénère facilement chez les Gastéropodes (*Nassa*, *Murex*, *Natica*, *Aeolis*, *Physa*, *Helix*). L'opercule se reforme aussi (*Murex*). Chez *Æolis Drummondi*, une amputation de la partie postérieure du pied peut être réparée en 15 jours. La régénération du pied des Gastéropodes est plus rapide que celle du bras des *Céphalopodes* : chez *Octopus vulgaris*, il faut 1 mois ou 1 mois et demi pour régénérer 1 ou 2 centimètres (1).

Outre ses propriétés de régénération cellulaire, le muscle peut, après arrachement, se fixer de nouveau sur un support. Ainsi Cailliaud (2), après avoir enlevé leur coquille à des *Helix aspersa*, a obtenu que ces derniers se fixent dans des coquilles vides d'Escargots d'autres espèces ; le muscle columellaire s'attachait à la columelle de la nouvelle coquille et l'animal se reprenait à vivre et même à sécréter son test, prolongeant d'un ou deux tours la coquille adoptée.

Le MANTEAU se régénère chez les Gastéropodes (bord du manteau des *Helix*, siphon des *Nassa*) et chez les Lamellibranches (bord du manteau, tentacules palléaux, siphons). — La régénération des BRANCHIES a été également observée chez les Lamellibranches.

La TÊTE se reconstitue chez les Gastéropodes, ainsi que Spallanzani l'avait constaté dès 1768 pour *Helix nemoralis*. C'est surtout le mufle, partie de la tête située en avant des yeux, qui se reconstitue facilement ; la régénération complète de la tête n'a lieu que si le système nerveux périoesophagien est intact (3). La régénération de la tête est plus facile chez les Gastéropodes, Rachiglosses que chez l'Escargot : d'après Pelseeneer, la tête de

(1) P. PELSENEER, Essai d'Ethologie zoologique, d'après l'étude des Mollusques, Bruxelles, 1935, p. 377.

(2) F. CAILLIAUD, Des monstruosités chez divers Mollusques, *Journ. de Conchyl.*, vol. VII, 1858, p. 231.

(3) M. ABELOOS, La régénération et les problèmes de la morphogénèse, Paris, 1932, p. 33.

Purpura lapillus se reconstitue en 70 jours, le mufle en 36 jours (1).

Les TENTACULES CÉPHALIQUES repoussent, après ablation, chez tous les Gastéropodes ; un tentacule de *Purpura lapillus* se reconstitue en 23 jours (1).

Les ORGANES NERVEUX ET SENSORIELS se régénèrent également : les yeux tentaculaires se reconstituent en même temps que les tentacules chez *Purpura lapillus* ; ils repoussent plus vite chez les Prosobranches Rachiglosses que chez les Pulmonés. Les yeux de *Pecten*, situés sur le bord du manteau, se reconstituent aussi.

La régénération des fibres nerveuses a été étudiée chez les Céphalopodes : les fibres s'accroissent de 5 à 18 μ par heure, c'est-à-dire plus rapidement que chez les Vertébrés. Si l'on sectionne un nerf du manteau son fonctionnement se rétablit (ainsi qu'on s'en rend compte par le jeu des chromatophores) au bout de 111 à 134 jours (2).

La régénération s'effectue d'autant plus facilement que les cellules sont moins différenciées ; aussi est-elle d'autant plus rapide que l'individu est plus jeune (comme Pelseneer l'a observé chez *Purpura lapillus*). La vitesse de régénération se trouve d'autre part sous la dépendance de facteurs externes tels que la température, dont on connaît l'importance dans la division cellulaire.

L'aspect des parties régénérées n'est pas toujours identique à celui de la portion du corps qu'elles remplacent. La régénération des tentacules céphaliques de Gastéropodes ou des bras de Céphalopodes donne parfois un organe de forme inattendue (ramifié, par exemple) ; les yeux tentaculaires peuvent se multiplier. L'organe de remplacement est souvent moins différencié que celui qu'il remplace ; la pigmentation n'y apparaît que tardivement.

PROMPTITUDE DES GUERISONS

Une dernière preuve de la robustesse des Mollusques est donnée par la promptitude extraordinaire de leurs guérisons, dont j'ai observé de frappants exemples après l'asphyxie.

Dans les cas d'asphyxie expérimentale de l'Escargot, lorsque tous les symptômes pré-mortels se manifestent avec évidence, il suffit généralement de replacer l'Escargot dans des conditions

(1) P. PELSENEER, *loc. cit.*, p. 376.

(2) *Loc. cit.*, p. 378 (citant SERENI et YOUNG, 1932).

normales pour qu'il reprenne brusquement toutes les apparences de la prospérité physiologique.

Plaçons par exemple 4 *Helix aspersa* dans de l'air confiné. Au bout de 15 jours, la teneur en CO_2 étant de 20,7 %, les 4 individus sont inertes. L'expérience ayant pris fin, 2 individus se raniment immédiatement au contact de l'air, un troisième au bout d'une heure, tandis que le quatrième était mort (1). De même, après un séjour de 2 ou 3 jours dans l'azote, des *Helix aspersa* devenus inertes se raniment au simple contact de l'air (2).

Plaçons enfin un *Helix aspersa* dans une atmosphère d'embellée très pauvre en oxygène (3,73 %, contre 96,27 % d'azote) pendant 14 jours. Pendant les 8 derniers jours, l'animal est dans un état lamentable : les tentacules flasques, le manteau gonflé, il paraît mort. Il suffit cependant de 10 minutes de séjour à l'air pour que les mouvements de son pneumostome reprennent et pour qu'il se ranime (3).

Conclusion

Tout ce que nous venons de voir montre que les Mollusques sont, malgré les apparences, des animaux en général fort robustes à l'état adulte.

Chacun de leurs points faibles est compensé par des fonctionnements ou des habitudes qui les sauvegardent. Aux inconvénients de la deshydratation et de la congélation ils opposent la protection de leur coquille ou d'un abri ; leurs habitudes de vie ralentie leur épargnent bien des dangers physiologiques.

Ils supportent dans une large mesure les variations des qualités du milieu (salinité, pH, pression, etc...). La robustesse de leurs tissus leur permet de n'être pas exigeants au point de vue respiratoire et alimentaire. S'ils rencontrent en abondance de l'oxygène ou de la nourriture, ils s'en servent ; dans le cas contraire, ils savent être sobres ou même jeûner jusqu'à des limites rarement atteintes chez des animaux aussi évolués.

(1) P.-H. FISCHER, Recherches sur la vie ralentie de l'Escargot (*Helix pomatia* L.), Thèse, Paris 1931, p. 136.

(2) *Loc. cit.*, p. 146.

(3) *Loc. cit.*, p. 147.

SUR L'IMMIGRATION DE MOLLUSQUES INDO-PACIFIQUES DANS LES EAUX COTIÈRES DE LA PALESTINE

par G. HAAS

Docteur ès-sciences

(Université Hébraïque, Jérusalem)

Dans son étude sur « *Les Mollusques Marins de la Syrie* » (7, 1938), Pallary mentionne un certain nombre d'espèces de Mollusques qui sont d'origine indo-pacifique (Mer Rouge) et qui ont été trouvées sur les côtes du Levant :

1. *Fusus marmoratus* Phil., entre St-Jean d'Acre et Caïffa à une profondeur de 50 m. ; un exemplaire roulé (p. 19) ;
2. *Murex tribulus* L., près de Djébail ; un exemplaire roulé (p. 27) ;
3. *Cerithium scabridum* Phil., Jaffa, cap Carmel, Haizaran, Saïda, Beyrouth, Lattaquieh (p. 35) ;
4. *Pirenella Cailliaudi* P. et M., Lattaquieh (p. 35) ;
5. *Meleagrina albina* Lmk., sur toute la côte (p. 48) (1) ;
6. *Malleus regula* Forskål, Djounieh, Batroun, Rouad (p. 49) ;
7. *Mytilus variabilis* Krauss, Bérouth (p. 49) ;
8. *Mactra olorina* Phil., Beyrouth (p. 55) (2) ;

En ce qui concerne les Mollusques des côtes de Palestine, j'avais publié une liste (10, 1937) où j'avais mentionné les formes d'origine érythréenne suivantes :

1. *Cerithium erythræonense* Lmk. ;
2. *C. scabridum* Phil. ;
3. *Cypræa moneta* L. ;
4. *Conus arenatus* Hwass ;
5. *Arca rufescens* Reeve ;
6. *Mytilus variabilis* Krauss ;
7. *Malleus regula* Forskål ;
8. *Pteria occa* Reeve ;
9. *Hippopus hippopus* L.

Depuis, J. Carmin a publié une note (11, 1946), mentionnant *Pinctada vulgaris* Schumacher (= *Pteria occa* Reeve) et *Malleus regula* Fsk. A propos de cette dernière espèce, l'auteur souligne

(1) Dautzenberg (1, 1895) étudie la présence de *Meleagrina radiata* Deshayes jusque sur les côtes de l'Algérie et de la Tunisie.

(2) Les espèces 1, 7 et 8 n'ont pas été trouvées par Pallary lui-même, mais ont été relevées dans l'article de Gruvel et Moazzo (8, 1929).

« qu'il est encore douteux qu'elle se soit réellement établie sur les rives de la Méditerranée ».

Le matériel recueilli depuis la publication de ma première liste me permet d'ajouter plusieurs espèces érythréennes nouvelles et de donner plus de précisions sur les localités et l'habitat de quelques-unes des formes signalées.

Les nouvelles espèces, dont je dois la détermination comme pour les premières à M. Tomlin, sont :

1. *Diodora ruepellii* Sow. ;
2. *Fulvia australis* Sow. ;
3. *Clementia papyracea* Gray ;
4. *Paphia undulata* Born.

Pinctada vulgaris Sch. est très abondante et peut être trouvée partout attachée aux faces ombragées des rochers (calcaire aussi bien que grès), à des profondeurs de moins d'un mètre ; mes récoltes se sont étendues sur toute la côte explorée, du nord d'Acre à Gaza. Cette espèce s'est développée en nombre considérable et en exemplaires relativement grands, ensemble avec *Chama gryphoides* L. dans le canal bétonné de la station électrique de Tel-Aviv, près du rivage.

Les coquilles vides sont parmi les plus communes de celles rencontrées sur la côte.

Malleus regula Fsk. n'est peut-être pas aussi répandue que l'espèce précédente, mais est souvent trouvée sur les pierres de la jetée principale du port de Caïffa. Localités : du nord d'Acre à Jaffa (Ajami).

Mytilus variabilis Krauss. Cette espèce se rencontre, — en peu d'exemplaires seulement —, surtout en compagnie de *M. minimus* Phil., qui couvre les faces plates des rochers de grès de certaines parties de la zone des marées (environs de Tel-Aviv et Athlit).

Ces trois espèces sont typiquement littorales et peuvent être recueillies sans aucun équipement spécial.

Fulvia australis Sow. (exemplaires vivants, 10, 1937; par 35 m. près de Gaza) (1) ; 2 autres coquilles avec à l'intérieur des restes de l'animal, de Kiriath Motzkin, au nord de Caïffa.

Paphia undulata Born. Des exemplaires vivants ont été dragués près de l'entrée du port de Caïffa, et près de Gaza à une profondeur de 35 m.

Arca rufescens Reeve. Des valves ont été recueillies sur la plage de Tel-Aviv, mais surtout au sud de Jaffa (Ajami) et dans

(1) Je dois à l'amabilité du Dr A. Sklower, de Caïffa, diverses espèces d'origine érythréenne draguées près de Gaza à la profondeur de 35 m.

la baie de Caïffa, le plus souvent après les tempêtes d'hiver. Plusieurs exemplaires ont encore attaché leur épiderme brun : ce qui peut être considéré comme indiquant que leur habitat n'est pas très éloigné du rivage (probablement sur sol rocheux), car tous nos dragages, — de fonds vaseux et sablonneux —, contiennent de nombreuses coquilles de l'espèce voisine *A. diluvii* Lmk, mais pas une seule valve de *A. rufescens* (1).

Clementia papyracea Gray. J'ai trouvé dans le même dragage de 35 m. près de Gaza (10, 1937), une valve assez roulée, en compagnie de *Paphia undulata* Born. et *Fulvia australis* Sow. Deux coquilles de *Gastrochaena* sp. adhéraient à la surface interne.

Hippopus hippopus L. J'ai acquis pour notre collection, il y a une dizaine d'années, une valve de dimensions plutôt petites, — 7 cm. —, avec l'étiquette « rivage de Tel-Aviv ». Comme de grands exemplaires de cette espèce et d'autres voisines (*Triadacna*) sont souvent importés d'Akaba (Mer Rouge), il y a quelque incertitude quant à la validité de l'indication d'origine ; cependant, la petite taille de cet exemplaire, comparée à celle des grandes pièces importées, est en faveur d'une immigration réelle. N'ayant pas trouvé cet exemplaire moi-même, je laisse ce point en suspens.

Cerithium scabridum Phil. Espèce érythréenne abondamment représentée dans les flaques rocheuses peu profondes (Acre, Naharia, Athlit, Tel-Aviv, Caïffa) ; très souvent, ces coquilles sont habitées par de petits pagures. Sans doute est-ce là le seul Gastropode de la Mer Rouge que l'on rencontre en nombre considérable partout sur les côtes rocheuses de la Palestine.

Diodora rueppellii Sow. Plusieurs exemplaires vivants ont été recueillis sur les rochers utilisés pour la construction des quais du port de Caïffa.

Cerithium erythraeonense Lmk. J'ai trouvé un exemplaire légèrement roulé dans un amas de coquilles au sud du château d'Athlit.

Un exemplaire de *Conus arenatus* Hwass a été trouvé près d'Athlit, probablement encore dans le même amas de mollusques localement très circonscrit (et qui contenait une cinquantaine d'espèces différentes).

Cypræ moneta L. J'ai trouvé une coquille roulée dans les sables au nord d'Acre ; dans le cas de cette espèce, il n'est pas impossible que la coquille soit tombée du harnachement d'un

(1) D'une manière générale, j'ai remarqué que beaucoup d'espèces abondamment représentées à de plus grandes profondeurs ne sont jamais ramenées sur le rivage.

chameau ou d'un cheval, cette coquille étant fréquemment employée comme amulette.

Il y a lieu de souligner qu'il n'y a aucune forme érythrénne parmi les 3 espèces de Scaphopodes ni parmi les 8 espèces de Polyplacophores connues jusqu'ici sur les côtes de Palestine.

BIBLIOGRAPHIE

11. 1946, CARMIN, J. — *Mollusca of Palestinian Shores, first report*. Bull. Independent Biolog. Lab. Vol. 4, n° 4.
1. 1895, DAUTZENBERG, Ph. — *Mollusques recueillis sur les côtes de la Tunisie et de l'Algérie*. Extr. Mém. Soc. Zool. de France.
9. 1931, GRUVEL, M. — *Les Etats de Syrie. Richesses marines et fluviatiles*, pp. 122-127 et 437-453.
8. 1929, GRUVEL et MOAZZO. — *Première liste de Mollusques récoltés par... sur les côtes de Syrie*. Bull. Museum, pp. 82-92.
10. 1937, HAAS, G. — In Bodenheimer, F. S. *Prodromus Faunæ Palestinæ*. Mém. Inst. d'Egypte, t. 33, pp. 275-280.
2. 1911, PALLARY, P. — *Sur la présence de la petite Pintadine de la mer Rouge sur les côtes de la Syrie*. Bull. Soc. hist. nat. Afr. nord, p. 42.
3. 1912, PALLARY, P. — *Catalogue des Moll. du litt. méditer. de l'Egypte*. Mém. Inst. Egyptien, mars.
4. 1912, PALLARY, P. — *Liste des Moll. marins des côtes de la Syrie*. Feuille des jeunes natur. Dec. pp. 171-174.
5. 1919, PALLARY, P. — *Enumer. des Moll. marins des côtes de Syrie*. Bull. Soc. hist. nat. Afr. nord, juillet, pp. 165-172 et nov., pp. 175-178.
6. 1933, PALLARY, P. — *Résultats généraux d'une prospection malacologique effectuée en Syrie de 1929 à 1932*. Bull. Museum, pp. 141-154.
7. 1938, PALLARY, P. — *Les Mollusques marins de la Syrie*. Journal de Conchyliologie, Vol. LXXXII.

Correctif à la note de M. Helveg Jespersen parue au fascicule 1.

Lors des remaniements de la mise en page avant le tirage, la sixième ligne du travail de M. Jespersen a été sautée et le texte est devenu incompréhensible. Nous nous en excusons très vivement et rétablissons comme suit le passage où était incluse cette ligne :

« Ainsi, dans un travail tout récent, Hubendick (1945) a démontré que tandis que le *Lymnaea auricularia* (L.) se distingue nettement au point de vue morphologique des autres formes suédoises de *Radix*... »

La Directrice-Gérante : M^{me} H. FISCHER.

Imp. Bretonne, Rennes 31.1206. — 5-48. — Dépôt légal 1948, 2^e T., 591

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

PUBLICATIONS PERIODIQUES

BULLETIN ANALYTIQUE DU C. N. R. S.

Bulletin bibliographique mensuel signalant par de courts extraits classés par matières tous les travaux publiés dans le Monde. 70 à 80.000 extraits par an. 3.500 périodiques dépouillés.

Première partie : (Sciences mathématiques, physiques, chimie).

Seconde partie : (Sciences biologiques). Taux d'abonnement annuel : 3.000 francs par partie pour la France, 4.000 francs pour les territoires d'outre-mer et l'étranger. Tarif spécial pour les chercheurs du C. N. R. S. et les laboratoires universitaires. Fournit reproductions photographiques des articles sous forme de microfilms ou photocopies.

Troisième partie : Philosophie. Parution trimestrielle. Tarif spécial 600 francs par an pour la France, 650 francs pour l'étranger.

JOURNAL DES RECHERCHES DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Revue trimestrielle publiant des articles de recherches faites dans les différents laboratoires du C. N. R. S. Taux d'abonnement : 900 francs pour six numéros.

ANNALES DE LA NUTRITION ET DE L'ALIMENTATION

Publiées sous l'égide du Centre National de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation. Revues bimestrielles synthétiques et critiques. Taux d'abonnement annuel : 900 francs pour la France, 1.000 francs pour l'étranger.

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIOLOGIQUES

Publiées sous l'égide du Comité Directeur des sciences physiologiques. Publient uniquement des travaux originaux à l'exclusion de toute revue générale. Elles paraissent par fascicules trimestriels de 125 à 150 pages chacun. Taux d'abonnement annuel : 900 francs pour la France et 1.000 francs pour l'étranger.

Abonnements au Centre de Documentation du C. N. R. S.

18, rue Pierre-Curie, Paris (5^e) - Tél. : Odéon 10-01

VENTE DE LA COLLECTION DES VOLUMES DU JOURNAL DE CONCHYLIOLOGIE DEPUIS LA FONDATION (1850)

En dépit du fait que le « Journal de Conchyliologie » va bientôt avoir un siècle d'existence, il était encore possible, il y a fort peu de temps, de procurer aux malacologistes la série complète de ses volumes. Actuellement il commence à se produire de légères lacunes dans les fascicules ou dans les planches, et ces lacunes vont évidemment s'agrandir. Il est donc conseillé de ne pas perdre de temps si on veut avoir la série la plus complète possible, ainsi que les index. Les prix sont indiqués sur la couverture de ce fascicule. Ecrire à la Directrice du Journal.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

	PAGES
Deux Éolidiens d'Arcachon, par A. PRUVOT-FOL	97
Données sur la résistance et la vitalité des Mollusques, par P.-H. FISCHER	100
Sur l'immigration de Mollusques indo-pacifiques dans les eaux côtières de la Palestine, par G. HAAS (Jéru- salem)	141
Correctif à la note de M. HÉLVÉG JESPERSEN, parue au fascicule 1	144

Le Journal paraît par trimestre

PRIX DE L'ABONNEMENT (PAYABLE D'AVANCE) :

France et Colonies françaises	400 fr.
Etranger	500 fr.

PRIX DES ANNÉES ANTÉRIEURES (PAYABLE A LA COMMANDE) :

1^{re} Années récentes (vol. XLI, 1893, et suivants)

Le volume : France et colonies	400 fr.	Etranger ..	500 fr.
Le fascicule : —	150 fr.	— ..	200 fr.

2^{es} Années anciennes (du vol. XXI, 1873 au vol. XL, 1892)

(N. B. — Quelques fascicules sont épuisés.)

Le volume : France et colonies	600 fr.	Etranger ..	700 fr.
Le fascicule : —	250 fr.	— ..	300 fr.

3^{es} Années très anciennes (du vol. I, 1850, au vol. XX, 1872)

(N. B. — Un petit nombre de volumes ou fascicules sont épuisés.)

Le volume : France et colonies	1,200 fr.	Etranger ..	1,400 fr.
Le fascicule : —	500 fr.	— ..	600 fr.

PRIX DES INDEX (PAYABLE A LA COMMANDE) :

Index des volumes I à XX (1872)	France et colonies ..	600 fr.
	Etranger	700 fr.
Index des volumes XXI à XL (1892)	France et colonies ..	400 fr.
	Etranger	500 fr.
Index des volumes XLI à LXXX (1936)	France et colonies ..	300 fr.
	Etranger	400 fr.

S'adresser :

Pour les communications scientifiques et pour l'abonnement,
payable d'avance, à M^{me} H. FISCHER, directrice du Journal,
boulevard Saint-Michel, 51, à Paris (5^e arr.). Compte chèques
postaux Paris 501-90.

Il est rendu compte des ouvrages de Conchyliologie et de
Paléontologie dont deux exemplaires sont adressés au bureau
du Journal.